



Humanurin till åkermark och grönytor – avsättning och organisation i Göteborgsområdet

Human urine to fields and green areas –
market potential and implementation issues in the
Gothenburg area

Susanna Degaardt



ABSTRACT

This study investigates how nutrients from source-separated human urine from Gothenburg properties can be used as fertiliser in agriculture or for parks or sports fields. The initiator is the Department of Sustainable Water and Waste Management at the City of Gothenburg. Today urine-diverting systems are installed in two apartment buildings and two public-use buildings. Urine recycling is expected to lead to less exploitation of natural resources and less eutrophication discharges into water recipients. In the study the urine's market potential is investigated, for which practical handling issues, business aspects and acceptance of customers, employees and visitors have proved to be important. The study also sheds light on prerequisites for a good recycling system from the perspective of experiences from Gothenburg and similar recycling in other places, the stakeholders' points of view, as well as legal and financial frameworks and tools. A qualitative approach was used in which data collection was largely based on interviews with potential urine users, stakeholders and experts, as well as pertinent literature.

The results show that it should be possible to find a market for the urine among farmers around Gothenburg, even if the prospects are not as good as in regions with more grain production. An accurate utilisation of the urine, in terms of storage, spreading and the appropriate crops, is crucial for reaching the objective of the system. Local farmers often lack suitable equipment that, however, often can be leased. The spreading of urine is less flexible in time and more expensive than the spreading of mineral fertilisers. Free provision of the sanitised urine will in many cases likely cover additional spreading costs. However, the municipality may have to finance storage and compensate the farmer for additional spreading costs or financial risk taking. Sanctions from purchasers within the food and feed industries can reduce or eliminate income from crops grown on fields fertilized with urine. Quality-control measures at the retrieval system in Gothenburg may, however, clear the way for leading purchasers' approval of usage on feed grain, and on food crops with a qualifying period of one year. Such an approval is of great importance for the market potential. There is a large need for fertilisers on golf courses and football fields; in parks the need is lower. Often there are no obvious solutions regarding spreading technique, although such could in most cases be found or developed. Small areas in parks can be spread manually. Questions concerning acceptance, smell and hygienic risks for employees and users remain. Heavy use of the areas increases the requirements in these aspects. Small-scale experiments in parks can give valuable experience and increase public awareness of the system's purpose. The park employees asked were sceptical, although some were open to discuss experimental spreading, provided that compensation for additional costs as well as the health of employees and visitors are guaranteed.

When the city launches the urine-recycling system, past experiences should be considered, control instruments be used and resources allocated. A review of the existing infrastructure for the recycling shows a need for improvements of technical and communicative nature. Quality-control measures regarding the urine as fertiliser and the system are, besides a demand by farmers and their customers, a tool for the city to realize a higher environmental profile. These measures must be developed in concert with all stakeholders, thereafter coordinated throughout the whole chain. A careful work plan must be prepared to ensure a good follow-up.

SAMMANFATTNING

I studien har undersökts hur näringen i källsorterad humanurin från fastigheter i Göteborg kan komma till nytta på åkermark eller på grönytor i stadens park- och idrottsverksamhet. Uppdragsgivare är Kretsloppskontoret, Göteborgs Stad, vars mål är att urinen ska nyttiggöras som ersättning för mineralgödselmedel, i första hand på jordbruksmark. Urinsortering finns idag i två flerbostadshus och i två hus med nyöppnade publika utställningscentra/kontor. Genom kretsloppsanpassning av urinens näring förväntas en bättre resurshushållning och en minskning av övergödande utsläpp. Möjligheter till avsättning för urinen har utretts i studien, för vilka hanteringsmöjligheter, ekonomi, samt acceptans hos kunder, besökare och personal visat sig ha betydelse. Likaså har förutsättningar för en god organisation av återföringen belysts i form av viktiga erfarenheter från Göteborg och andra håll, aktörernas synpunkter samt juridiska och ekonomiska ramar och styrverktyg. En kvalitativ ansats har använts, där datainsamlingen vid sidan av artiklar och litteratur i hög grad baseras på intervjuer och samtal med möjliga avnämare, berörda och kunniga.

Undersökningen har visat att det finns möjligheter till att finna avsättning för urinen på åkermark, även om de är mer begränsade i Göteborgsområdet än i mer spannmålsintensiva områden. Rätt gröda, lagring och spridning är avgörande för att målet i form av en bättre resurshushållning ska uppnås. Traktens lantbrukare saknar ofta passande utrustning vilket många gånger kan lösas genom att sådan köps/lejs in. Hantering av urin är mindre flexibel tidsmässigt och dyrare än för alternativet handelsgödsel. Ett gratis mottagande av hygieniserad urin kan rimligtvis uppväga merkostnader för spridningen, men förhållandena varierar. Kommunen bör vara beredd att behöva ersätta lantbrukaren för merkostnader eller ekonomiskt risktagande. Uppköparens sanktioner kan förhindra eller minska intäkter för gröda från uringödslad mark. Kvalitetssäkrande åtgärder av återföringen i Göteborg öppnar för ledande uppköparens godkännande av humanuringödslingen på fodergröda, med ett års karenstid för livsmedelsgröda. Detta är av stor betydelse för möjligheterna till avsättning.

På golfbanor och fotbollsplaner finns ett stort gödselbehov, i parkerna är behovet mindre. Ofta finns inga självklara lösningar beträffande spridningsteknik, men sådana kan sannolikt hittas eller tas fram. Spridning av mindre mängder i parkmiljö kan hanteras manuellt. Frågeställningar kring acceptans, lukt och hygieniska risker för personal, idrottare och besökare kvarstår. Att grönytor används mycket frekvent höjer kraven i detta avseende. Försöksmässig spridning i liten skala i parkmiljö kan troligen ge viktiga erfarenheter och bidra till att öka allmänhetens kretsloppsmedvetande. Tillfrågad parkpersonal var skeptisk, men några inte helt främmande för att diskutera spridning i liten skala, förutsatt att ekonomiska resurser ges och att personalens och besökares säkerhet kan garanteras.

Vid kommunens upprättande av urinåterföring bör viktiga erfarenheter tas till vara, olika styrverktyg nyttjas och resurser avsättas. En granskning av den infrastruktur som finns idag visar att det finns ett behov av åtgärder av både tekniskt och kommunikativt slag. Att miljö- och kvalitetssäkrande åtgärder avseende både gödselprodukt och system kontinuerligt utförs är ett krav från både lantbrukare och deras uppköpare, tillika ett hjälpmedel för kommunen att uppnå en hög miljöprofil. Dessa åtgärder måste kommunen utforma i samklang med samtliga aktörer och därefter samordna över hela kedjan. En noggrann arbetsplan måste utarbetas för att säkra en god uppföljning.

FÖRORD

Denna studie utgör mitt examensarbete inom agronomutbildningen med inriktning mot miljö- och naturresursteknik vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU). Uppdragsgivare är Kretsloppskontoret, Göteborgs Stad, som ansvarar för planering av avlopps- och avfallshantering i Göteborg.

Examensarbetet har utförts parallellt med det arbete som pågått vid Kretsloppskontoret, med att planera uppbyggnaden av återföringen och finna en avnämare. Studien har assisterat kommunen i denna process, förhoppningsvis också i skrivande stund då återföringens utformning diskuteras med en lantbrukare som är intresserad av att samarbeta.

Examensarbetet har gett mig mycket, både i form av fördjupade kunskaper och personliga möten. Studien bygger i hög grad på intervjuer och samtal och jag är glad för den hjälpsamhet jag mött – stort tack till alla Er som bidragit!

Några personer har bistått mig särskilt mycket under arbetet. Min handledare vid SLU, Pernilla Tidåker, har funnits till hands via telefon och e-post vid alla rimliga och orimliga tidpunkter – stort tack Pernilla för dina kloka svar och ditt smittande engagemang! På Kretsloppskontoret har jag omgetts av en god anda, hjälp och pepping – det har varit ett privilegium att få segla med ett stycke på kretsloppsskutan! Ett särskilt varmt tack vill jag rikta till min skrivbordsgranne, ständiga bollplank och tidvis kompanjon i återföringsarbetet, Peter Aarsrud! Likaså till min uppdragsgivare Pascal Karlsson för stort stöd! Era bryderier kring återföringens lösning fick mig att gräva lite till och lite till...

Göteborg, juni 2004



Susanna Degaardt

INNEHÅLL

1	INLEDNING	1
2	SYFTE OCH INNEHÅLL	3
3	METOD OCH MATERIAL	4
4	KUNSKAPSSAMMANSTÄLLNING.....	7
4.1	VAD ÄR URIN?.....	7
4.2	URINSORTERINGENS UTBREDNING	7
4.3	TEKNISK UTFORMNING.....	7
4.4	FÖRSÖK MED ATT KONCENTRERA NÄRINGEN I HUMANURIN	9
4.5	UPPSAMLAD URIN – MÄNGDER OCH INNEHÅLL.....	9
4.6	URINEN SOM GÖDSELMEDEL	9
4.7	KAN URINEN INNEHÅLLA HÄLSOVÅDLIGA ÄMNE?.....	11
4.8	KOSTNADER FÖR ÅTERFÖRING AV HUMANURIN	14
5	URINÅTERFÖRING I GÖTEBORG	17
5.1	FASTIGHETERNAS VERKSAMHET OCH SYSTEM.....	18
5.1.1	Universeum.....	18
5.1.2	Chalmers Vasa – Byggnad 1	19
5.1.3	Ekologiska huset på Lindholmen.....	20
5.1.4	Kretsloppshuset i Kyrkbyn.....	21
6	AVSÄTTNING PÅ JORDBRUKSMARK	23
6.1	VILKA LANTBRUK FINNS I OMRÅDET?	23
6.2	ANVÄNDNING AV GÖDSELMEDEL I LANTBRUKET	23
6.3	LAGRING	24
6.3.1	Vikten av rätt lagringsteknik.....	24
6.3.2	Lagringstekniker.....	25
6.3.3	Lagringsmöjligheter ur lantbrukarnas synvinkel	27
6.4	SPRIDNING	27
6.4.1	Vikten av rätt teknik och tidpunkt.....	27
6.4.2	Spridningsteknik	28
6.4.3	Teknikens betydelse för ammoniakavgången	30
6.4.4	Gröda och tidpunkt.....	31
6.4.5	Spridningsmöjligheter i Göteborgsområdet	33
6.5	KOSTNADER	35
6.5.1	Lagringskostnader.....	35
6.5.2	Spridningskostnader.....	35
6.5.3	Hur kan den ekonomiska kalkylen se ut för lantbrukaren?	36
6.6	AVSÄTTNING AV GRÖDAN	37
6.6.1	Aktörers inställning till humanurin	37
6.6.2	Uppköpare av spannmål.....	38
6.6.3	Köpare av grovfoder, utsäde, oljeväxter och trindsäd	39
6.6.4	Mejerinäringen.....	40
6.6.5	Köttbranschen	41
6.6.6	Hästägare och andra mindre kunder	41
6.6.7	Åtaganden för EU-bidrag för ekologisk produktion.....	41
6.6.8	Åtaganden för organisationer för miljö- och kvalitetskontroll.....	41
6.6.9	Leverensvillkor	42
6.6.10	Möjligheter till generellt godkännande	43
6.6.11	Specifikt godkännande av gödslingen.....	43
6.6.12	Vad innebär uppköparnas ställningstagande för spridningen i Göteborg?	44
6.7	LANTBRUKARES INSTÄLLNING	45
6.8	MÖJLIG AVSÄTTNING I LANTBRUK I GÖTEBORGSOMRÅDET.....	46

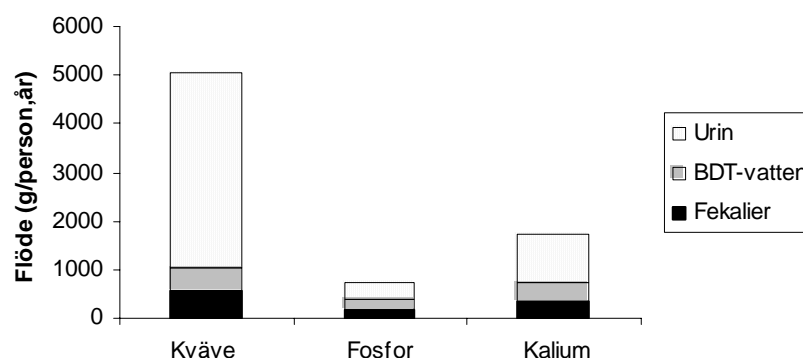
7	AVSÄTTNING PÅ GRÖNYTOR.....	48
7.1	ANVÄNDNING PÅ GOLFBANA	48
7.1.1	Gödsling av golfbanor	48
7.1.2	Erfarenheter av gödslingsförsök	49
7.1.3	Passar urinen som gödsel?	49
7.1.4	Vilken spridningsteknik är möjlig?	50
7.1.5	Ekonomi och acceptans.....	52
7.2	ANVÄNDNING PÅ FOTBOLLSPLAN	52
7.2.1	Gödsling av fotbollsplaner.....	52
7.2.2	Erfarenheter av gödslingsförsök.....	53
7.2.3	Kan urinen ersätta dagens gödsel?.....	53
7.3	ANVÄNDNING I PARKER	54
7.3.1	Trädgårdsföreningen och Slottsskogen.....	55
7.3.2	Botaniska trädgården.....	56
7.4	MÖJLIGHETER TILL AVSÄTTNING PÅ GRÖNYTOR.....	58
8	SYSTEM OCH ORGANISATION.....	61
8.1	URINSORTERANDE SYSTEM OCH LAGSTIFTNINGEN	61
8.1.1	Avfallslagstiftning	61
8.1.2	Avloppslagstiftning.....	62
8.1.3	Eget eller kommunalt omhändertagande	64
8.2	FASTIGHETSNIVÅ	64
8.2.1	Vikten av rätt utförande och funktion.....	64
8.2.2	Underhåll och brukande	67
8.2.3	Lokala förutsättningar för brukande.....	69
8.2.4	Kommunens styrmöjligheter.....	70
8.3	TÖMNING OCH TRANSPORT	75
8.3.1	Transportteknik och utförare	75
8.3.2	Rengöring av bil och tömning.....	75
8.4	LAGRING.....	77
8.4.1	Utförare och viktiga funktioner.....	77
8.4.2	Lokalisering	78
8.4.3	Utformning.....	79
8.5	SPRIDNING	81
8.5.1	Att organisera avsättning.....	81
8.5.2	Sprid rätt!	81
8.6	FINANSIERING.....	83
8.7	ÖVERGRIPANDE PRODUKT- OCH SYSTEMSÄKRING	85
8.7.1	Miljö- och kvalitetssäkring av återföring.....	85
8.7.2	Säkring av system och hantering.....	85
8.7.3	Analys	86
8.7.4	Kvalitetsgaranti.....	88
8.7.5	Att säkra kontinuitet och förbättring.....	88
9	AVSLUTANDE REFLEKTIONER	89
10	SLUTSATSER	95
	REFERENSER.....	96
	BILAGOR.....	104
	BILAGA 1. UTSKICK INFÖR INTERVJUER MED LANTBRUKARE.....	104
	BILAGA 2. ANALYSER AV URINEN FRÅN LINDHOLMEN OCH KYRKBYN	108
	BILAGA 3. BERÄKNING AV UPPKOMNA VOLYMER OCH TRANSPORTBEHOV	109
	BILAGA 4. NATURVÅRDSVERKETS FÖRSLAG TILL FÖRORDNING.....	112

1 INLEDNING

Redan på 1700-talet organiserades uppsamling och transport av svenska städers latrin till lantbruk. Allteftersom befolkningen växte utvecklades metoderna. I 1800-talets Göteborg fraktade Renhållningsverket latrin från bakgårdarnas dass till en fabrik som framställde Pudrett, en kalk- eller torvblandad latrinprodukt som såldes som gödselmedel till jordbruket (Wetterberg & Axelsson, 1995). I ytterområdena hämtades latrinerna direkt av lantbrukare. Behovet av latrin minskade i början av 1900-talet då det blev möjligt att framställa ammonium och nitrat av luftens kväve. Fosfor och kalium kunde brytas i gruvor. Men så sent som på 50-talet gick latrinprämen "Sket-Johan" uppför Göta Älv till lantbruken i Backa och Götaälvdalen (Eriksson, pers.).

Även om fosfor är ett relativt vanligt mineral i jordskorpan är det i hög grad att betrakta som en ändlig resurs. Fosfatrik malm i berggrunden finns endast på några få ställen på jorden och de idag kända och lönsamma bröten beräknas vara uttömda om mellan 150 och 300 år (Carlsson Reich, 2002). Regeringen slog i sin miljömålsproposition (2000/01:130) fast att fosfor från organiskt avfall ska ingå i kretsloppet. Naturvårdsverket fick i uppdrag att utreda möjligheterna för detta och att föreslå ett tidsatt delmål. I utredningen, som blev klar i december 2002, föreslås följande återföringsmål: *"2015 skall minst 60 % av fosfor i avlopp återföras till produktiv mark, varav minst hälften bör återföras till åkermark"*. Enligt utredningen bör fokus riktas även på andra näringsämnen (Naturvårdsverket, 2002). Incitament för kretsloppsanpassning av näringsämnena finns också i lagstiftningen som förbjuder deponering av organiskt avfall från och med år 2005.

Idag förs avloppet från större delen av Sveriges befolkning till reningsverk. Dessutom finns cirka en miljon enskilda avlopp, vars rening i många fall är sämre än reningsverkens. En stor del av de värdefulla näringsämnena hamnar därmed i vattenrecipienten där de ger försämrad biologisk mångfald och hälsofarliga algbloomingar. Kväveutsläpp från enskilda avlopp orsakar även nitratförorening av dricksvatten. Under lång tid har en stor mängd slam från reningsverken använts som gödsel på åkermark. I slammet ansamlas även mycket av de hälsovådliga metaller och kemikalier som lämnar samhället via avloppsvattnet, vilket lett till diskussioner om hur jordens och livsmedlens kvalitet påverkas. Slamåterföringen har minskat under senare år, på grund av livsmedelskedjans rädsla för att slamgödsling ska komma att minska konsumenternas förtroende för maten. En allt större del slam används istället för produktion av anläggningsjord.



Figur 1. Fördelningen av näringsämnena i hushållens avloppsfraktioner (Vinnerås, 2002).

Utvecklingen av urinsorterande system erbjuder en möjlighet att samla upp merparten av näringsämnen. I urinen – som endast utgör ca 1 % av volymen av hushållets avloppsvatten – finns ca 80 % av kvävet, mer än 50 % fosfor och 55-60 % av kaliumet (Vinnerås, 2002). Urinens innehåll speglar den näring vi fått i oss via födan och utgör därmed ett fullgödselmedel. Flera miljösystemanalyser pekar på att urinsorterande system där urin används i jordbruk i de flesta aspekter är mer fördelaktigt jämfört med konventionella avloppssystem (Tidåker, 2003; Jönsson m.fl., 2000; Kärrman m.fl., 1999 och Bengtsson m.fl., 1997).

Idag finns urinsorterande system som fungerar bra och de hygieniska riskerna med återföringen bedöms vara små. Vid införande av urinsortering och återföring uppstår likväl andra utmaningar på olika plan. Näringsämnenas resa genom samhället styrs av ett stort antal aktörer, häribland lantbrukare, foder- och livsmedelsbransch, konsumenter, myndigheter, renhållningsarbetare, avloppsinstallatörer, m.fl. För att få det nödvändiga kretsloppet att fungera krävs att alla samtycker till samarbete, kan enas kring en procedur och känna förtroende för varandra. Naturligtvis måste även tekniska och ekonomiska förutsättningar finnas för varje aktör att utföra sin del. Uppsamlad humanurin räknas som ett hushållsavfall (Lindholm, pers.) och därmed har kommunen ett övergripande ansvar för att se till att sortering och omhändertagande fungerar. Eftersom återföring av urin är en ny företeelse finns i kommunerna idag inte så mycket kunskap och erfarenhet att luta sig mot. Dessutom är rådande lagstiftning ofta oprövad i sammanhanget.

Avnämaren – en högst avgörande länk i kedjan – har ibland glömts bort i planeringen för sorterande system, kanske i brist på insikt om de extra hanteringskostnader som stallgödsel och dylika produkter innebär för lantbrukare. Kanske har man inte heller alltid förstått att gödsling med samhällets restprodukter kan vara kontroversiellt, inte minst då avnämaren i sitt ställningstagande i sin tur är beroende av acceptansen för gödslingen hos sina uppköpare, förädlare och konsumenter, användare eller besökare.

I Göteborg finns idag fyra större fastigheter med urinsortering. Två är vanliga hyreshus, medan två utgör utställningscentra/kontorslokaler vilka helt eller delvis är öppna för allmänheten. Urinen från hyreshusen har återförts till lantbruk sedan 1997. Mätningar på denna har dock visat att näringshalterna är mycket lägre än förväntat. Då inga tillräckliga åtgärder vidtagits för att förbättra näringsinnehållet sa lantbrukaren upp kontraktet med fastighetsbolagen från och med april 2003. Orsaken till de låga näringskoncentrationerna ska nu utredas gemensamt av fastighetsägarna och kommunen. Tills man kommit tillrätta med problemen och hunnit upprätta en återföringskedja bräddas urinen från samtliga fastigheter till avloppsnätet. Kretsloppskontoret är en kommunal förvaltning med övergripande ansvar för planering av avlopp och avfall i Göteborg. Arbetet sker bland annat utifrån den politiskt antagna målsättningen att *”den växtnäring som via livsmedel förs bort från åkermark bör; i första hand återföras till åkermark, men utan risk för hälsa eller miljö; i andra hand nyttiggöras på annat sätt där konstgödsel ersätts, utan risk för hälsa eller miljö”*. För att nå en högre måluppfyllelse gäller det dels att optimera befintliga system, dels att utveckla nya. Urinsortering ses som ett fördelaktigt system, vars utveckling och utbyggnad man vill främja. Detta examensarbete initierades av Kretsloppskontoret för att undersöka hur en fungerande återföring av näringen i urinen ska kunna upprättas i samarbete med lantbrukare eller andra möjliga nyttjare inom kommunens egen park- eller idrottsverksamhet.

2 SYFTE OCH INNEHÅLL

Syftet med detta examensarbete är att undersöka hur näringen i källsorterad humanurin från fastigheter i Göteborg kan komma tillgodo som en resurs i lantbruket och i park- och fritidsverksamhet, samtidigt som belastningen på miljö och ändliga resurser minskar. Tyngdpunkten är lagd på en användning inom lantbruket. Examensarbetet utgör en förstudie till en uppbyggnad av ett kommunalt omhändertagande av humanurin som Göteborgs kommun står inför. Avsikten är att besvara olika frågor som kommunen och presumtiva avnämare ställer sig inför ett framtida återföringssamarbete och att identifiera vilka frågeställningar som bör utredas närmare. Rapporten ska utgöra ett kunskapsunderlag och ge vägledning åt kommunen. Förhoppningen är att studien även ska kunna vara behjälplig i andra sammanhang där återföring av humanurin planeras.

En intention är att belysa lantbrukares och övriga presumtiva avnämares perspektiv som potentiella uringödlare. Hur stort är deras intresse? Hur är olika överväganden kopplade till verksamheten? Hur ser förtroendet ut för urinen som gödselmedel hos dem själva, kunderna och anställda? Tanken är sedan att utifrån identifierade förhållanden dra slutsatser kring möjligheterna för kommunen att få avsättning för den källsorterade urinen. En annan intention är att undersöka hur återföring av urinen kan organiseras, i form av fysiskt system, hantering och ansvarsfördelning. Här ingår att klargöra utgångspunkten för återföringen, avseende de urinsorteringssystem och verksamheter som idag finns i kommunen och beskriva ekonomiska och juridiska förhållanden som omger återföringen. Genom att förmedla erfarenheter från liknande sammanhang, liksom aktörernas krav, önskemål, kunskap och idéer, kan dessa tidigt införlivas i kommunens arbete med att bygga upp ett fungerande samarbete.

Rapporten inleds med en kunskapssammanställning i avsikt att ge läsaren en orientering kring urinåterföring och klargöra några utgångspunkter för återföringen som knyts an till senare i arbetet. Här redogörs översiktligt för bland annat kunskapsläget kring urinens egenskaper som gödselmedel, smittskyddsaspekter, risker med läkemedelsrester, samt vilka kostnader som kan förväntas. Efterföljande avsnitt beskriver de urinsorteringssystem som finns i kommunen idag. Därefter fokuseras i två kapitel på hinder och möjligheter att använda urinen på jordbruksmark respektive grönytor i kommunen. Såväl möjligheter till hantering, ekonomiska överväganden och acceptans hos uppköpare och andra berörda tas upp. I nästkommande avsnitt behandlas möjligheter för uppbyggnad av återföringens fysiska system och hantering, liksom frågor kring finansiering och ansvarsfördelning. Utgångspunkten är främst ett nyttiggörande på jordbruksmark, men resonemanget gäller oftast oavsett typ av avnämare. Här pekas på olika möjligheter för respektive led i återföringskedjan, samt på erfarenheter från Göteborg och andra håll. Rapporten avslutas med avslutande reflektioner och slutsatser.

3 METOD OCH MATERIAL

3.1 Val av ansats

Detta arbete är utfört som en kvalitativ studie. En kvalitativ ansats används ofta när man studerar breda, komplexa, kontextberoende frågeställningar. Andra kännetecken för en kvalitativ studie är att det finns en öppenhet för vad resultatet ska bli, man vet inte från början exakt vilka resultat som är tänkbara (Langemar, www). Det viktigaste motivet för att välja en kvalitativ ansats i detta sammanhang var att öppna upp för en djupare förståelse av såväl helhet som nyanser och komplexitet.

Arbetet har jag utfört från uppdragsgivaren Kretsloppskontorets lokaler. Vid sidan av informationssökning, analys och skrivarbete har jag själv ingått som en aktör i den pågående processen mot återföring, som mottagare och förmedlare av information mellan aktörer, potentiella avnämare och intressenter. Under sommaren och hösten 2003 gjorde jag även ett uppehåll i examensarbetet för att som anställd arbeta med att upprätta urinåterföringen tillsammans med ansvarig på Kretsloppskontoret. Också under denna tid inhämtades värdefulla insikter, som senare införlivats i examensarbetet. Denna ”marknära” arbetsmetod har inneburit många fördelar, bland annat att jag fått en djupare förståelse för kommunens och övriga aktörers situation och arbete än vad som hade varit fallet om en annan ansats valts. Likaså har det fört studiens frågeställningar närmare verkligheten. Ibland har detta arbetssätt också varit en förutsättning för att kunna besvara vissa av frågeställningarna. Dels för att de svar som efterfrågades krävde att information förmedlats till de svarande, dels för att kunna utreda möjliga lösningar tillsammans med aktörerna utifrån de problem som visat sig.

Även om examensarbetet initierats av kommunen har jag själv avgjort vilka frågeställningar som ska studeras. Jag har sett mig som en oberoende mellanhand, som för kommunen klargör potentiella avnämares situation och som för potentiella avnämare klargör kommunens situation. Att inte gynna intressena för någon part har varit en viktig utgångspunkt både under examensarbetet och under min anställning. Även från kommunens sida har det funnits en medvetenhet om att ett partiskt förhållningssätt inte är önskvärt eller meningsfullt i denna situation, utan tvärtom kan vara riskfyllt.

3.2 Datainsamling och urval

Datainsamlingen baseras till stor del på intervjuer och samtal med berörda och kunniga personer. Jag har kontaktat aktiva inom lantbruket och dess intresseorganisationer, rådgivare och uppköpare, liksom personal som hanterar grönytor och deras rådgivare och branschorgan. Särskild kraft har jag lagt på att klargöra hur förutsättningarna för att använda urinen ser ut för traktens lantbrukare, genom att djupintervjua sexton lokala lantbrukare. Intervjuer har även genomförts med personal och ansvariga för golfbanor, fotbollsplaner och parker. Ett flertal samtal, främst per telefon, har skett med anställda vid kommunala förvaltningar, bolag och anlitade entreprenörer, regionala och centrala myndigheter, liksom med forskare vid universitet och institut. Utöver det har jag fått information och insikter via litteratur, forsknings- och tidningsartiklar och internetsidor, samt via egna fältobservationer. De senare har skett i samband med kommunens besök på fastigheter och hos möjliga avnämare, samt vid tömning, transport, spridning och provtagning av den källsorterade urinen. Vid intervjuer, samtal och vid merparten av observationstillfällena har anteckningar förts, vilka sedan kort därpå skrivits om och

strukturerats med ordbehandlare, för att underlätta informationens införlivande i en kommande analys. Vid flera observationstillfällen har också fotodokumentation använts.

I enlighet med vad som är vanligt vid en kvalitativ studie har många av de undersökta frågorna utkristalliserats under arbetets gång. Detta har medfört att insamling av information ofta skett parallellt med analysprocessen. Behovet av data har alltså avgjorts efter hand. Ibland har jag funnit lämpliga intervjupersoner genom tips från dem jag samtalat med eller intervjuat (vilka getts efter min förfrågan eller spontant). Denna metod för urval av intervjupersoner kallas ibland för snöbollsmetoden.

3.2.1 Genomförande av intervjuer

Syftet med de djupintervjuer som gjordes med lantbrukare var att få reda på vilka hanteringsmässiga och ekonomiska möjligheter olika lantbrukare kan se när de ställs inför erbjudande från kommunen att använda urinen. En annan avsikt var att ta reda på vilka attityder som finns. Vad är man orolig för? Vilka krav ställs på produkten och systemen? Vad är avgörande för ett ställningstagande? Intervjuerna användes dels till att få lantbrukarnas svar på de frågor som jag redan tidigare tänkt mig att redovisa, dels för att identifiera vilka frågeställningar som var viktiga att utreda närmare. En annan viktig idé var att fånga upp lantbrukarnas synpunkter och kunskande, för att kunna införliva och nyttja detta i undersökningen kring organisationen av återföringen. Informationen som framkommit i intervjuundersökningen var inte avsedd att redovisas separat, utan att användas som ett kunskapsunderlag för att utreda de olika frågor som behandlas.

Inför intervjuundersökningen med lantbrukare tog LRF: s regionkontor i Uddevalla fram en lista på lantbrukare i trakten med olika produktionsinriktning. Kommunens fastighetskontor tillhandahöll en förteckning över kommunens arrendatorer. Lantbrukarna valdes ut så att olika förhållanden med avseende på produktionsinriktning, areal, uppköpare av produkter, ägandeförhållanden, mm., skulle representeras. Därefter kontaktade jag dessa för att höra vilka som var intresserade att delta i intervjustudien. Samtliga tillfrågade var positiva till detta. De intervjuade bestod av fyra spannmålsodlare, en bärodlare, sex köttproducenter och fem mjölkproducenter. Inför intervjutillfället framställde jag ett informationsmaterial om återföring av humanurin i lantbruk som skickades till dem som skulle intervjuas. Här redovisades bland annat utbredning och utformning av urinsorterande-/urinåterförande system i Göteborg och på andra ställen, kommunens roll och Naturvårdsverkets förslag till lagstiftning. Likaså innehöll det uppgifter om humanurinens innehåll och gödseffekt, samt om möjligheter och rekommendationer för hantering. Riskbilden gällande hygien och läkemedelsrester, urinåterföring ur ett miljö- och resursperspektiv, samt olika uppköparens och konsumentorganisationers synpunkter kring urinåterföring skildrades också. Informationen omfattade trettio sidor, och därutöver en fem sidors sammanfattning för dem som hade mindre tid eller intresse. Med informationen följde ett brev, samt en lista med de frågor jag ämnade ställa (bilaga 1). Listan var utformad så att de intervjuade skulle kunna fylla i svaren skriftligt, som minnesanteckning inför intervjun, eller för att kunna skicka in svaren om detta föredrogs. Intervjuerna skedde per telefon, förutom i ett fall då gårdsbesök gjordes. Varje samtal tog omkring 1,5 timme i genomsnitt. För att ge utrymme för egna formuleringar och fördjupning i just de frågor som lantbrukaren ansåg viktigast genomfördes intervjuerna i form av semistrukturerade samtal. I några fall följdes checklistan tämligen väl, i andra fungerade den mer som en påminnelse om vilken

information som skulle efterfrågas, vilket var den främsta avsikten med listan. Jag noterade svaren under intervjuens gång och renskrev anteckningarna kort därpå.

Av intervjuerna med personal och ansvariga för golfbanor, fotbollsplan och parkpersonal skedde några vid personligt besök, andra per telefon. Intervjuerna pågick under 1-2 timmar och också här som semistrukturerade samtal. De flesta intervjuade hade innan intervjutillfället fått ta del av information kring humanurin som växtnäringskälla och dess hygieniska risker.

3.3 Analys

Vid analysen bearbetas data systematiskt så att resultatet blir så innehållsrikt, meningsfullt, empiriskt och logiskt som möjligt, med hänsyn till frågeställning och karaktär hos data (Langemar, www). Under det kvalitativa analyskedet reducerar, strukturerar och tolkar forskaren materialet. Reduktion innebär att insamlad data koncentreras utan att innehåll förloras. Struktureringen kan ofta liknas vid att lägga pussel, då pusselbitar i form av till exempel intervjuutsagor och anteckningar ska sammanföras till en meningsfull helhet. Tolkning av materialet sker alltid i någon mån och kan ibland vara en mycket betydelsefull del i en kvalitativ studie. Tolkningen är beroende av undersökarens förförståelse.

Strukturering, reduktion och tolkning av en stor mängd insamlad data har skett växelvis, i olika omgångar, vilket inneburit en arbetsintensiv men grundlig analys. Som nämnts har ofta nya frågeställningar uppstått under arbetets gång, varvid också insamling av data skett kontinuerligt. Rapportens form och text har växt fram parallellt med dessa processer. För att underlätta vidare tolkning, strukturering och reduktion sammanställdes inledningsvis data rörande en viss frågeställning i ett och samma dokument. I analysarbetet har jag prövat tankar och idéer på olika sätt, bland annat genom att sätta dem i relation till alternativa möjligheter. Detta har exempelvis inneburit beräkningar och utforskning av ”stickspår”, vilket inte alltid framgår tydligt i rapporten, men som utgör underlag till bedömningen. Framför allt har min handledare vid SLU utgjort bollplank och vägvisare i alla delar av analysarbetet. Jag har också använt mig av personer med expertis inom olika discipliner, eller erfarenhet från arbete med liknande frågor.

Vid rapportens tillkomst har ambitionen varit att läsaren ska kunna följa med i resonemangen hur jag kommit fram till de slutsatser som dras. Materialet från muntliga källor har hanterats med försiktighet. Ibland har de som bistått med muntliga uppgifter erbjudits att läsa igenom texter som grundas på dennes uttalanden, för möjliggöra korrektion av eventuella misstolkningar. Antingen för att jag har bedömt det befogat, eller när specifik önskan från personen funnits. Jag har fått svar av merparten av dessa, oftast utan större korrigeringar.

4 KUNSKAPSSAMMANSTÄLLNING

4.1 Vad är urin?

Urin består av vattenlösliga ämnen som utsöndrats från blodet till urinen via njurarna. Sammansättningen av urinen återspeglar det vi ätit, smält och tagit upp i tarmarna. Förutom vatten innehåller urinen främst natriumklorid (NaCl) och urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), men även kalium (K) kalcium (Ca), sulfat (SO_4) och fosfor (P). Fosfor återfinns i formen superfosfater (H_2PO_4^-) eller (HPO_4^{2-}) och kalium finns i jonformen (K^+). I färsk urin finns omkring 80 % av kvävet (N) som urea, 7 % som ammonium (NH_4) och 6 % som kreatinin. Resten av kvävet finns som fria aminosyror eller kortare peptider (Vinnerås, 2002).

4.2 Urinsorteringens utbredning

Sverige har hittills varit det land som drivit på forskning och utveckling av urinsorteringssystem. Uppskattningsvis hade det 1999 sålts ca 3 000 toaletter i sanitetsporslin och därutöver ett stort antal i plast för fritidshus. De första vattenspolande systemen installerades i början av 1990-talet. Främst var det i ekobyar, då på de boendes initiativ vilka också stod för kontakten med odlare i närheten. Numera finns urinsorteringssystem även i vanlig villabebyggelse, flerbostadshus samt i många campingstugor, skolor, museer och andra institutioner. Ett växande politiskt intresse finns och flera svenska kommuner satsar på att främja urinsortering bland annat med bidrag och subventionerad urinhämtning. Naturvårdsverket (2002) har föreslagit att målet ska vara 100 000 kretsloppsanpassade avloppsanläggningar 2015. Införande av urinsorteringssystem på bred front ses här som ett av flera möjliga scenarier. Forskning och urinsorteringssystem installationer finns också bland annat i Danmark, Tyskland, Schweiz, Mexiko, Australien och Kina. Idag arbetar biståndsorganisationer med att utveckla urinsortering i utvecklingsländer, i avsikt att förbättra både sanitet och tillgången till näring (EcoSanRes, [www](http://www.ecosanres.org)).

4.3 Teknisk utformning

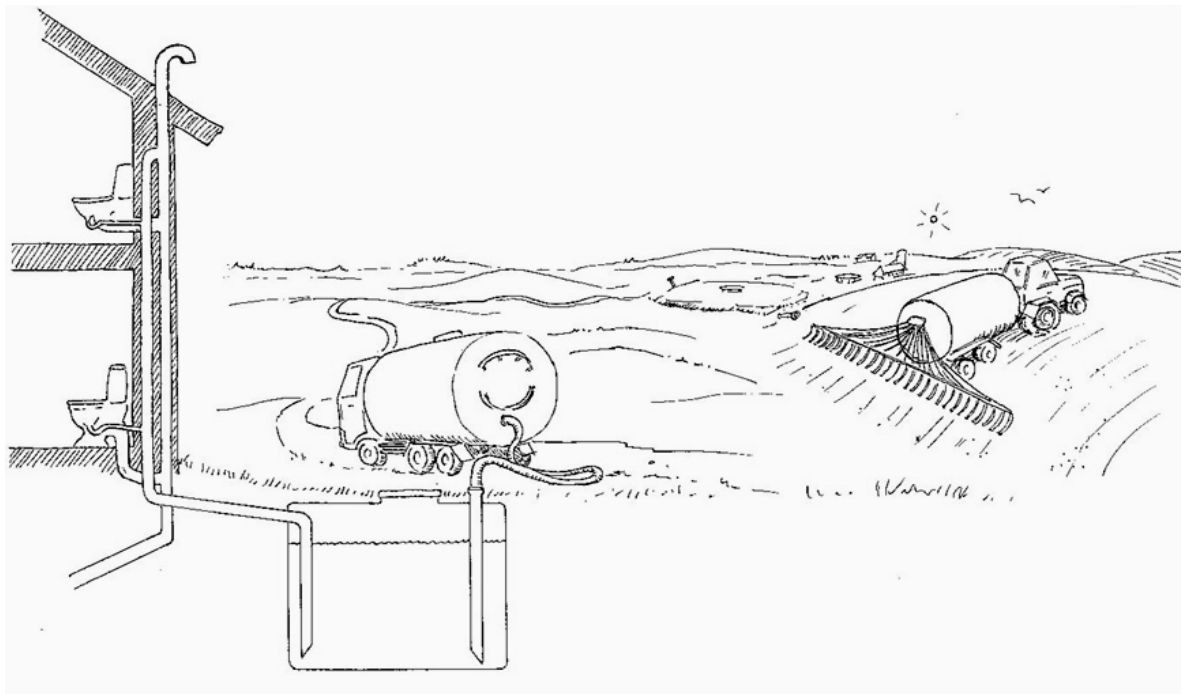
En urinsorteringssystem toalett har ofta en främre skål för urin och en bakre skål för fekalier och papper. För närvarande finns det tre tillverkare av modeller i sanitetsporslin i Sverige: BB Innovation AB, Wost Man Ecology AB och Gustavsberg. Därutöver finns ytterligare ett antal modeller i andra material för fritidshus. I Tyskland har modellen Roovac tagits fram, som är flack framtill – utan mellanvägg – och tillför en obetydlig mängd spolvatten till urinen (Roovac, [www](http://www.roovac.com)). En urinal som fungerar utan spolvatten har utvecklats i Danmark. Olika utföranden möjliggör torr eller våt hantering av fekalierna. Urin och en liten mängd spolvatten leds till en uppsamlingstank som är kopplad till ett eller flera hushåll. Tanken kan vara placerad i husets källare eller nedgrävd i området. Med urinsorteringssystem toaletter går det åt betydligt mindre vatten till spolning än med konventionella toaletter.

Urin töms och transporteras med en tankvagn eller slamsugningsbil till det ställe där den ska nyttjas. Vanligt är att urinen lagras hos lantbrukaren i en urinbrunn eller flytgödselbehållare som inte är i användning, men lagring i flyttbara behållare av fiberarmerad plastväv, i fortsättningen benämnda ”kokonger”, förekommer också. Under tillsluten lagring avdödas eventuella smittämnen i urinlösningen, bland annat genom det naturligt höga pH-värdet. Minst sex månaders lagringstid rekommenderas normalt. Urinens kontakt med luften bör minimeras för att så mycket kväve som möjligt ska stanna kvar i

urinen och inte förloras i form av ammoniakgas till luften. Enligt rekommendationerna ska rörsystem och lagringsbehållare vara täta och ventilationen begränsad (Jönsson m.fl., 2000). Om systemet är rätt konstruerat kan ammoniakförlusterna i rör och under lagring hållas under 1 %. Efter lagring sprids urinen oftast med en vanlig flytgödselspridare. Det är viktigt att rätt metod används för att inte alltför stora kväveförluster ska fås.



Figur 2. Urinsortande toaletter i porslin. Från vänster Dubbletten, WM-DS (över och under), Roevac (över), WM-ES (under) och Gustavsbergs modell Nordic 393 U (över och under). WM Ekologens WM-DS modell är dubbelspolande medan WM-ES endast spolar urinskålen och fekaliererna hanteras torrt.



Figur 3. Hanteringssystem för återföring av urin.

4.4 Försök med att koncentrera näringen i humanurin

Olika försök har gjorts med att koncentrera näringen i urinen för att minska mängden som måste hanteras. Dalhammar (1998) har undersökt tre olika möjligheter att koncentrera främst kväve, membranfiltrering med omvänd osmos, ammoniakavdrivning och nitrifikation. Membranfiltrering och nitrifikation har också prövats av Bergström m.fl. (2002) respektive Johansson och Hellström (1999). En metod där vattnet förångas (indunstning) har prövats (Hellström & Thurdin, 1998; Johansson & Hellström, 1999 och Bergström m.fl., 2002). En annan strategi är omväxlande frysning och tining (Lind m.fl., 2001). Lind m.fl. (2000); Battistoni m.fl. (1997) och Bergström m.fl. (2002) har undersökt hur man med tillsatts av ren magnesiumoxid kan få en fällning med höga halter magnesium-ammonium-fosfat, även kallat struvit. Bergström m.fl. (2002) undersökte även fosforfällning med släckt kalk. Lind m.fl. (2000) har även gjort försök med att adsorbera ammoniumjoner på naturliga zeoliter och wollastonit med hjälp av jonbyte. Koncentrering av urin förekommer än så länge bara i liten skala i olika forskningsprojekt.

4.5 Uppsamlad urin – mängder och innehåll

Hur stora mängder urinsblandning (urin med spolvatten) som samlas upp beror bland annat på vilken toalettmodell som används. En marknadsöversikt över urinsorterande och andra snålspolande toaletter har gjorts av af Peterséns (2001). För BB Innovations toalett Dubbletten bör man räkna med att 1,5 liter urinsblandning normalt samlas upp per boende och dag, medan siffran för WM-DS är 2,5 liter (Jönsson m.fl., 2000). Förmodligen är siffran högre med Gustavsbergs toalett, då mer spolvatten tillförs med denna. I mätningar där Dubbletten och WM-DS använts varierar spolvattenandelen i urinsblandningen mellan 21-55 % (Andersson & Jensen, 2002). Hur stor andel av urinen som sorteras rätt varierar enligt mätningar mellan 55-95 % (Vinnerås, pers.). Mängden har samband med toalettens funktion och motivationen hos användaren. En liten mängd fekalier sorteras också fel, men denna del är mycket liten, i genomsnitt innehåller urinen 9 ppm fekalier (Höglund, 2001).

I uppsamlingssystemet förändras urinens innehåll. I kontakt med ureas, ett bakterieenzym, omvandlas urean snabbt till ammonium och koldioxid. Reaktionen leder samtidigt till en pH-höjning från ca 7 till drygt 9 varpå del av ammoniumjonerna omvandlas till ammoniak (Jönsson m.fl., 2000). Ammoniaken som är löst i urinen kan avgå till luften, beroende av mättnadsgraden i gasfasen ovanför vätskan. En viss del av fosfor kan reagera med kalcium, magnesium och järn vilket leder till utfällningar av metallfosfater. Fällningarna återfinns oftast som granuler i botten av tanken och sugas upp vid tömning. Då ammoniak är starkt korrosivt kan tungmetaller lösas och förorena urinen om kontakt uppstår. Detta kan förstås undvikas genom att rätt konstruktionsmaterial väljs. Mätningar på innehåll av näringsämnen, metaller och patogener i uppsamlad urin har utförts i stort antal studier (t ex. Olsson, 1995; Jönsson m.fl., 1998; Vinnerås 1998; Jönsson m.fl., 1999; samt Höglund, 2001). I tabell 1 redovisas ett genomsnittligt värde från åtta mättillfällen.

4.6 Urinen som gödselmedel

Humanurin är ett välbalanserat växtnäringsmedel som passar för många grödor. Innehållet av växtnäringsämnen kan variera med föda och typ av förvaring. En normal giva till stråsäd är 10-40 ton urinsblandning per hektar. I tabell 1 jämförs uppmätta värden av näringsinnehållet i humanurin med vanliga stallgödselslag. Växter tar främst upp kväve

som ammonium (NH_4^+) och nitrat (NO_3^-), vilka bland annat bildas vid nedbrytning av organiska material som stallgödsel. Då urinens kväve till största delen återfinns som ammonium har urin, liksom mineralgödselmedel, en snabb verkan. Spridning bör därför ske i rätt tid så att växterna kan utnyttja den tillgängliga näringen maximalt, innan den kan riskera att byggas in i marken eller urlakas (Jönsson m.fl., 2000).

Tabell 1. Växtnäringssinnehåll i humanurin jämfört med urin respektive flytgödsel från nötdjur och svin (kg/ton våtvikt)

	Tot-N	$\text{NH}_4\text{-N}^+$ $\text{NH}_3\text{-N}$	P	K	S
Humanurin, Medeltal av 8 mätningar 1995-2001 ^a	2,6	2,3	0,2	0,7	0,3
Urin från nöt ^b	1,7	1,4	0,04	3,0	0,2
Flytgödsel från nöt ^b	3,9	2,0	0,7	4,0	6,5
Urin från svin ^b	0,6	0,1	0,07	1,0	0,1
Flytgödsel från svin ^b	5,1	3,7	1,9	3,0	0,6

a) Carlsson (1995), Jönsson m.fl. (1998); Kvarmo (1998), Lundström & Lindén (2001), Olsson (1995), Pettersson (1994) och Vinnerås (1998).

b) Steineck m.fl. (1999). Värdet för varje gödselslag är ett medelvärde av 11-15 mätningar utförda i olika delar av landet.

Urinens egenskaper som gödselmedel är idag väl undersökta (Kirchmann & Pettersson 1995; Johansson, 1997; Lindén, 1997; Kvarmo, 1998; Richert Stintzing m.fl., 2001). Försöken visar att kväveeffekten för urinens ammonium är jämförbar med annat direkt upptagbart kväve som tillförs med handelsgödsel eller stallgödsel, om hänsyn tas till de förluster av urinens kväve som kan uppstå vid spridning. Fosforeffekten har visat sig vara lika stor som för handelsgödsel eller till och med något högre (Kirchmann & Pettersson, 1995). Vid spridning i växande vall har humanurin visat sig ha en dålig eller negativ gödslingsseffekt jämfört med nöturin (Olrog, 1998). En orsak kan vara att vall är relativt känslig för brännskador och att ammonium har en hämmande effekt på klövern's kvävefixerande förmåga.

Det är känt att djururin kan orsaka brännskador på vissa växter och vid så låg giva som 10 ton per hektar har skador observerats på rötter i vall (Alskog, 1994). Inga sådana skador har observerats i försök på spannmål, inte ens vid extremt hög giva (Kvarmo, 1998). Andra toxiska effekter som befarats är huruvida det natrium och det klor som humanurinen innehåller kan orsaka skada på grödan. Innehållet av natrium och klor ligger kring 3-5 gram natrium per liter, respektive 4-7 gram klor per liter ren urin, vilket motsvarar ett innehåll på ca 1-2,5 kilo natrium respektive 1,5-3,5 kilo klorid per kubikmeter urinblandning. Till de mer känsliga grödorna räknas jordgubbar, gurka och bönor. Till de måttligt känsliga räknas råg, vete, havre, morot och potatis och till de mer salttoleranta grödorna räknas korn, sockerbeta, raps och spenat (Richert Stintzing, m.fl., 2001). Kärnförsök där salthalten uppmätts med hjälp av jordens konduktivitet tyder på att salthalten i jorden vid normala givor med humanurin väsentligt kommer att understiga gränsvärdena för även de känsligaste grödorna (Kvarmo, 1998).

4.7 Kan urinen innehålla hälsovådliga ämnen?

4.7.1 Metaller

Koncentrationerna av tungmetaller är låga i urin, både jämfört med vanlig stallgödsel och mineralgödselmedel. Till exempel är ett kadmiuminnehåll under 1 mg per kg fosfor normalt för urinen (Vinnerås, 2002), vilket understiger Yaras kadmiumgaranti på < 5 mg per kg fosfor (Yara, [www](http://www.yara.com)).

4.7.2 Smittämnen

Hos friska personer är urinen steril i blåsan. Vid sjukdom eller genom att urinen kontamineras av fekalier kan urinen innehålla sjukdomsframkallande organismer, så kallade patogener. De faktorer som påverkar patogenernas möjlighet att leva och föröka sig är i detta sammanhang främst temperatur, pH, ammoniakhalt, fukthalt, solstrålning, närvaro av andra mikroorganismer, tillgång till näring och jonstyrka (salthalt). Detta kan utnyttjas för att oskadliggöra eventuella patogener via olika typer av hygienisering. Risken kan också minimeras genom att barriärer för överföring skapas. Sådana barriärer kan utgöras av slutna tankar, tiden mellan spridning och skörd, typ av gröda och förädling av grödan. Temperaturhöjning ger oftast en effektiv hygienisering. Vid kompostering av fekalier anses ett antal timmars temperaturhöjning till 55-65°C reducera riskerna tillräckligt. Urinen har en hel del egenskaper, till exempel högt pH, ammoniak och hög jonstyrka, som gör att många av patogenerna avdödas efter kortare eller längre tids lagring. Patogenernas avdödning i lagrad urin har undersökts av Smittskyddsinstitutet (Höglund, 2001). Undersökningen ledde fram till rekommendationer för hantering med avseende på lagringstid, temperatur, spridning och gröda (tabell 2). En förordning som medför att rekommendationerna (med någon ändring) blir lagstadgade kan komma att införas inom kort (se bilaga 4).

Tabell 2. Samband mellan lagringsbetingelser och urinblandningens patogeninnehåll^a samt rekommenderat val av gröda för större system^b. Det förutsätts att urinen har minst pH 8,8 och en kvävehalt på minst 1 g/l (Jönsson, 2000)

Lagringstemperatur	Lagringstid	Möjliga patogener	Rekommenderade grödor
4°C	≥ 1 månad	Virus, protozoer	Livsmedels- och fodergrödor som processas
4°C	≥ 6 månader	Virus	Livsmedelsgrödor som processas och fodergrödor ^c
20°C	≥ 1 månad	Virus	Livsmedelsgrödor som processas och fodergrödor ^c
20°C	≥ 6 månader	Troligen inga	Alla grödor ^d

a) Grampositiva bakterier och sporbildande bakterier inkluderas ej.

b) Med större system menas i det här fallet att urinblandningen används till att gödsla grödor som konsumeras av andra än medlemmar i hushållet som urinen samlats ifrån.

c) Ej vall för produktion av foder.

d) För livsmedelsgrödor som konsumeras råa rekommenderas att urinen sprids senast en månad innan skörd och att den nedmyllas.

Vad som i rekommendationerna avses med processning är inte vidare preciserat. Enligt Jönsson (pers.) bör varmluftstorkning, ångpreparering och troligtvis även syralagring ingå i begreppet. Spannmål som används som livsmedel processas i de flesta fall.

Det är mycket få patogener som kan utsöndras via urinen och de som utsöndras är ovanliga i Sverige (Höglund, 2001). Den största risken kommer därför från inblandning av fekalier. När det gäller bakterier anses det inte finnas någon risk för smitta efter en månads lagring. Gramnegativa bakterier som till exempel orsakar sjukdomarna leptospiros, salmonella, tuberkulos, EHEC, kolera, samt campylobakter, är känsliga och har visat sig avdödas snabbt. De bakterier som kan överleva är sporer från vissa bakterier, samt vissa salttåliga grampositiva bakterier. Sporerna och de grampositiva bakterierna utgör inte en betydelsefull risk i samband med urinåterföring, då sporer ändå förekommer rikligt i miljön och de grampositiva som skulle kunna medföra risk är mycket ovanliga. De virus som kan överleva orsakar lättare tarmsjukdomar samt hepatit A som är en lindrig leverinflammation. Dessa sjukdomar överförs oftast från person till person, vilket gör att urinåterföring inte anses öka den reella risken för en person att infekteras nämnvärt. Mänskliga mag-tarmvirus anses normalt inte kunna överföras till djur. De protozoer som skulle kunna utgöra en smittorisk på grund av fekal inblandning i urinen är sådana som orsakar mag-tarminfektioner. Även dessa parasiter överförs dock oftast direkt från person till person. Den som anses mest tålig visade sig avdödas relativt snabbt i urinen, en reduktion med 90 % per månad. När det gäller parasitära maskar anses ägg från spolmasken *Ascaris lumbricoides* vara den mest tåliga patogenen. De studier som finns visar motsägelsefulla resultat, en visar på fullständig avdödning inom några timmar i urin, en annan på en 15-20 % -ig avdödning under en 21-dagarsperiod. Infektion med *Ascaris* är globalt sett relativt vanligt men mycket ovanligt i Sverige. Vid förädling av livsmedelsgrödor och fodergrödor upphettas produkten vilket gör att alla patogener utom bakteriesporer avdödas. Av försiktighetsskäl rekommenderas inte gödsling av betesmark då betande djur får i sig stora mängder jord.

Smittskyddsinstitutets studier ledde fram till en kvantitativ riskanalys av hur stora de mikrobiella hälsoriskerna är för människor vid återföring av humanurin (Höglund, 2001). Vid oavsiktligt intag av 1 ml olagrad urin syntes risken för bakteriesmitta vara i storleksordningen 1:1 000 (en på tusen) och efter lagring i minst en månad vid lägst 4°C som obetydlig. När det gäller protozoer bedöms risken vid motsvarande intag av olagrad urin vara i storleksordningen 1:10 000 och efter 6 månader i 4°C 1:100 000 000. För virusinfektion syntes risken vid intag av 1 ml vara i storleksordningen 1:2 för olagrad eller lagrad urin i upptill 6 månader i 4°C. Virus har dock låg överlevnad vid högre lagringstemperaturer. Efter 6 månaders lagring i 20°C beräknades risken minska till ca 1:2000. Virus är också speciellt utsatta när de kommer ut i miljön, där de dör. Till exempel beräknades risken för sjukdomsöverföring vid intag av 100 g gröda som fyra veckor tidigare gödslats med *olagrad* urin av vilken 10 ml urin antagits stanna kvar på denna mängd gröda, vara i storleksordningen 1:100 000 000, medan den med en vecka mellan gödsling och skörd var 1:10. Risken att infekteras av bakterier och protozoer via födan var betydligt mindre. Sammanfattningsvis ansågs att all hantering kan betraktas som säker (en infektionsrisk motsvarande 1:1000 per år) med avseende på bakterier och protozoer. För säkerhet ska uppnås gällande virusinfektion krävs 6 månaders lagring i 20°C, alternativt en period på minst tre veckor mellan spridning och konsumtion.

Enligt Höglund (2001) minskas de hygieniska riskerna i samband med spridning markant om handskar används. Man bör också undvika spridningstekniker som stänker mycket och välja tidpunkt och plats för spridning så att inte onödigt många exponeras. Med marknära spridningsmetoder där urinen direktmyllas eller harvas ned strax efter gödsling minskas exponeringen för omgivande människor och djur liksom för själva grödan. Man bör tänka på att välja plats och tidpunkt för hantering och spridning så att exponering för människor och djur minimeras. I ett större system där urinen skall gödsla en gröda som konsumeras av många personer krävs större försiktighet gällande till exempel lagringsrutiner, än i ett enskilt hushåll som använder urinen i egen trädgård (Jönsson m.fl., 2000). Inom ett hushåll är risken för direkt smitta betydligt större än den via urin, varför lagring inte har lika stor betydelse och inte behövs, då den inte skulle minska den totala smittrisen.

4.7.3 Kemikalier och läkemedelsrester

De ämnen som kan skada djur och människor är främst sådana som är stabila och inte bryts ned lätt i omgivningen (Birgersson m.fl., 1999). De måste också kunna ta sig in i organismens celler och påverka processerna där.

Innehållet av giftiga ämnen i urinen är generellt sett mycket lågt. Men många läkemedel utsöndras i urinen, antingen i sin ursprungliga eller i en omvandlad form (Rosander, 2002). Varje år säljs mer än tusen ton aktiv läkemedelssubstans till människor i Sverige, en siffra som är jämförbar med användningen av jordbrukets bekämpningsmedel. Man vet idag inte mycket om hur läkemedlen och deras omvandlingsformer påverkar oss och andra organismer när de kommer ut i miljön. För läkemedel som registrerades innan 1995 krävdes inte någon beskrivning avseende miljöpåverkan och dagens krav är låga (Liljelund, pers.). Bristen på kunskapsunderlag och kontroll har orsakat oro. Möjligheterna för strängare krav provas inför ett nytt läkemedelsdirektiv inom EU och Läkemedelsverket undersöker just nu möjligheterna att införa en miljöklassificering. Forskning kring läkemedelsresternas förekomst i miljön pågår på flera håll och även vissa läkemedelsföretag har vaknat. Naturvårdsverket (2002) har föreslagit att innehåll av riskämnen i olika avloppsfraktioner, däribland i urin, ska undersökas.

Läkemedel når miljön bland annat via lakvatten från deponier och avloppsvatten (Paxéus, 2002). Mätningar av in- respektive utgående vatten från reningsverk visar på en stor variation i reningsgrad mellan olika substanser och olika reningsverk – från att endast några få procent avlägsnas, till nästan allt. Det som renas bryts antingen ned eller ansamlas i slammet. De läkemedel som främst diskuteras i avloppssammanhang är olika former av antibiotika och hormoner. Utanför reningsverk har hittats såväl antibiotikaresistenta bakteriestammar som tvåkönade fiskar. Könsförändringarna misstänks bero på mänskliga hormoner som passerat reningsverket. P-piller och andra hormonpreparat som människor utsöndrar innehåller ibland ett hormon av syntetiskt slag, etinylöstradiol. Detta har visat sig svårnedbrytbart i miljön, även om det anses måttligt långlivat jämfört med kända miljögifter som till exempel DDT och PCB (Förlin & Larsson, 2002; Läkemedelsverket, [www](http://www.lakemedelsverket.se)).

Det finns anledning att anta att miljö- och hälsoriskerna med läkemedlen är mindre vid utsläpp på mark än vid utsläpp i vatten (Socialstyrelsen, 2001). I marken utsätts substanserna för ett betydligt större antal nedbrytande organismer. Nedbrytningen av det syntetiska hormonet etinylöstradiol har exempelvis funnits vara mycket beroende av

mikrober (Läkemedelsverket, [www](http://www.lakemedelsverket.se)). I vattenmiljö finns färre nedbrytare, samtidigt som de djur som andas stora mängder vatten kan få i sig stora mängder av substanserna. Också vi drabbas. Oroväckande höga halter av läkemedelsrester återfinns idag i både naturliga vatten och dricksvatten (Paxéus, 2002; Socialstyrelsen, 2001). I förhållande till renat avloppsvatten är halterna i naturliga vatten idag en tiondel (Paxéus, 2002)! För att läkemedel som sprids på en åker ska kunna påverka människors hälsa på ett direkt vis måste de antingen läcka från åkern till dricksvatten, eller tas upp i de växter som vi senare äter. Växter är gjorda för att ta upp vatten, joner, och näringsämnena nitrat och ammonium (Sitbon, pers.). Dock kan de ta upp mindre molekyler, som karbonat och vissa små antibiotikor, liksom kadmium och vissa andra metaller. De flesta större organiska föreningar tros inte kunna komma in i växten, med reservation för laddade fettlösliga cykliska ämnen, vilket utnyttjas för ogräsmiddel. Sammantaget finns flera barriärer innan gifterna skulle kunna nå människan. Först mikrofloran i jorden, sedan ett begränsade växtupptaget (i storleksordningen 5-10 % av såna ämnen som kan tas upp). Därefter har växterna också ett eget försvarssystem som bryter ner många skadliga ämnen.

Även om kvantiteterna kanske inte säger så mycket om farligheten kan det ändå vara intressant att jämföra mängd försålda läkemedel med de bekämpningsmedel som sprids. År 2001 såldes totalt 8 622 ton verksamt ämne bekämpningsmedel, varav 1 738 ton inom jordbruk (Kemikalieinspektionen, [www](http://www.kemikalieinspektionen.se)). Av dessa klassar Kemikalieinspektionen 1 079 ton som farliga, 32,9 ton som mycket farliga och 1,7 ton som livsfarliga.

Vid spridning av urin på åkermark kan dock en annan problembild vara att antibiotika påverkar mikrolivet i marken negativt. Det finns studier som tyder på att växterna blir svagare när antibiotika tillförs jorden (Miljöstyrelsen, [www](http://www.miljostyrelsen.se), a). Därutöver skulle antibiotikaresistens kunna vara ett problem. Resistenta bakterier har hittats på åkermark gödslad med djurgödsel förorenad med antibiotika (Berger m.fl., 1986). Åkermark tillförs en stor mängd antibiotika och antiparasitära medel med stallgödsel. Mängden sålda antibiotikapreparat till djur utgör 1/3 av mängden som säljs till människor (Greco, pers.). Man kan fråga sig i vilken grad tillförseln via humanurin ökar riskerna.

Nedbrytning av vissa läkemedelsrester kan även ske under urinens lagring. Detta har studerats av Strompen m.fl. (2003) och la Cour Jansen (Miljöstyrelsen, [www](http://www.miljostyrelsen.se), b). I la Cour Jansens studie uppmättes endast könshormoner och smärtstillande medel i den källsorterade urinen, trots att de som utsöndrat den ätit flera andra vanliga medel. Halten av kvinnligt könshormon (både syntetiskt och icke-) minskade inte under lagringen. Det konstaterades också att det endast i begränsad omfattning finns rutinanalyser som kan användas för att detektera läkemedel i de koncentrationsnivåer som kan förväntas i urinen. Nedbrytning vid urinens lagring bör utredas ytterligare, liksom vilka läkemedelsrester – förutom viss antibiotika – som kan tas upp i växter.

4.8 Kostnader för återföring av humanurin

Vid planering och upprättande av ansvarsfördelning och avtal kring återföringen är det viktigt att ha kännedom om vilka kostnader som kan uppstå i återföringskedjan. I ett diskussionsunderlag framtaget av Carlsson Reich (2002) har kostnader för bland annat urinåterförande system undersökts, jämfört med ett scenario med konventionell hantering där slammet slutligen förbränns. Kostnaderna presenteras dels som en företagsekonomisk kalkyl, i vilken årskostnaden för drift inklusive kapitalkostnad av hela systemet ingår

(oavsett vilken aktör som bär kostnaden), dels som en samhällsekonomisk kalkyl där kostnad för miljöpåverkan genom emissioner och resursförbrukning tagits bort från ovanstående kostnader. I tabell 3 visas hur kostnaderna ökar eller minskar för olika hanteringssteg med urinsortering enligt Carlsson Reich. Inbesparingar som beräknats avseende emissioner och framtida resursutvinning har utelämnats, liksom kostnadsposter som enligt kalkylerna inte skiljer sig från konventionell hantering.

Tabell 3. Kostnadsskillnader för urinåterförande system jämfört med konventionellt system. Beräknat på hantering av 973 liter urinblandning per personekvivalent och år

Urinsortering klosett och ledningar, inkl anläggningsarbeten	4000 kr/pe 8000 kr/lgh 343 kr/pe,år^a
Uppsamlingsstank, inkl anläggningsarbeten	2400 kr /m ³ 168 kr/pe,år
Transporter av urin till åker 30 km, inkl tömning och drift	88 kr/pe,år
Transport av handelsgödsel till jordbruk	-1 kr/pe,år
Lagringstank vid jordbruk, inkl anläggningsarbeten	400 kr/m ³ 29 kr/pe,år^b
Avloppssystem, pumpning o underhåll	-1 kr/pe,år
Reningsverk, drift	-13 kr/pe,år
Inköp av handelsgödsel i form av N,P,K,S	-27 kr/pe,år
Spridning av urin	24 kr/pe,år

a) Avskrivningstiden för klosetter och ledningar är satt till 25 år.

b) Avskrivningstiden för lagringstankar är satt till 50 år.

Ovanstående tabell utgör en vägledning för genomsnittlig kostnad för olika poster, men kostnaderna kan variera mycket i olika fall. Transportavstånd för urinen och typ av lagringstank kan påverka bilden starkt, liksom om större nyinvesteringar i reningsverk eller avloppsledningar kanske är alternativet till urinsorteringen. Enligt denna kalkyl uppgår merkostnaden för toaletter och uppsamlingsystem till 511 kr per person och år, medan de för transport, lagring och spridning uppgår till sammanlagt 141 kr per person och år. Inbesparingar i form av uteblivna inköp av handelsgödsel och rening är sammanlagt 42 kr.

Andra poster än de ovan redovisade finns som kan komma ifråga för olika aktörer. Fastighetsägaren är naturligtvis den som står för investeringskostnader på fastigheten, men investeringsbidrag ges av vissa kommuner. Om urinsortering installeras ger många kommuner även rabatt på den anläggningsavgift som fastighetsägaren betalar vid anslutning av fastighet till en allmän va-anläggning. I Göteborg är anläggningsavgiften för småhus ca 75 000-90 000 kr inklusive moms. För urinsortering fastigheter reduceras förbindelsepunktsavgiften som utgör 36 250 kr inklusive moms av anläggningsavgiften med 20 %, dvs. med 7 250 kr (Vatten- och avloppstaxa för Göteborg, [www](http://www.goteborg.se)).

Fastighetsägarens rörliga vattenkostnad täcker dricksvattenberedning och behandling av avloppsvattnet. Då kostnaden för behandling av avloppsvattnet minskar när urinen

källsorteras ger en del kommuner rabatt. I Göteborgs stad kan man få den rörliga delen av bruksavgiften för avlopp halverad. Då urinsortering ofta starkt minskar spolvattenförbrukningen minskar vattenkostnaden även av detta skäl. För ett hushåll i Göteborg är kostnaden 9,59 kr per kubikmeter inklusive moms varav 4,21 kr utgör beredningsavgiften och 5,38 kr utgör avloppsavgiften (Vatten- och avloppstaxa för Göteborg, [www](#)). För ett hushåll som förbrukar 150 kubikmeter vatten per år (ca två personer) innebär detta en årlig kostnad på 1 438 kr per hushåll ($9,59 \cdot 150 = 1\,438,5$). Om urinsortering införs halveras bruksavgiften för avlopp, vilket innebär att kostnaden för vattnet minskar till 6,90 kr per kubikmeter inklusive moms ($4,21 + (5,38 / 2) = 6,90$). Om ca 20 liter spolvatten per person och dygn sparas minskar den årliga vattenförbrukningen till ca 145 kubikmeter ($150 - (0,02 \cdot 2 \cdot 365) = 145,4$). Den rörliga vattenkostnaden minskar då till 1000 kr per hushåll och år, dvs. en besparing på 438 kr per hushåll eller 219 kr per person.

På samma sätt som när det gäller annat avfall betalar fastighetsägaren för hämtning av urinen. Då det är kommunens ansvar att samla in hushållsavfall, inklusive källsorterad urin, betalas avgiften ofta till kommunen, enligt kommunens tömningstaxa. Avgiften för hämtning och omhändertagande av urin varierar mycket mellan olika kommuner. Avgiften baseras ofta på en fast framkörningsavgift per tömning och därefter en rörlig kostnad per volymenhet. Vissa kommuner har infört reducerad taxa för hämtning av urin som återförs gentemot för ordinarie slam och latrin som deponeras eller förs till reningsverk. I Göteborg betalar fastighetsägaren 2003 en framkörningsavgift på 505 kr per tömning inklusive moms samt en sugningsavgift på 100 kr per kubikmeter (Renhållningstaxa 2004 för Göteborg, [www](#)). Den behandlingsavgift som fastighetsägaren brukar betala för slam som förs till reningsverk (42,50 kr per kubikmeter) kommer att utgå för urin som återförs. För ett hushåll på två personer som har en urintank på tre kubikmeter, vilken töms vartannat år, blir den årliga kostnaden 403 kr per hushåll eller 202 kr per person ($((505 + (100 \cdot 3)) / 2)$).

Om förmodade kostnader och inbesparingar för de fastighetsägare i Göteborg som urinsorterar slås samman, framkommer att inbesparade kostnader för vatten bör kunna balansera kostnaden för tanktömning. Ökade kostnader för investeringar (511 kr/pe,år) är dock en utgift som inte kompenseras.

För transporten av urin som Renova utför betalar Kretsloppskontoret idag samma taxa som för andra avloppsfraktioner i slutna tankar, 50 kr per kubikmeter plus 180 kr i framkörningsavgift. Därtill tillkommer en behandlingsavgift. De verkliga kostnader som Göteborgs stads entreprenör har för hämtning är inte offentliga, men antas i dagsläget överstiga ersättningen de får av kommunen (Ahlbin B, pers.).

5 URINÅTERFÖRING I GÖTEBORG

I kommunen har återföring av källsorterad humanurin redan pågått sedan 1997. Det var de två kommunägda fastighetsbolagen Poseidon och Bostadsbolaget som efter förfrågan från den dåvarande kommunala instansen Miljösekretariatet installerade urinsortering i var sitt flerbostadshus på Hisingen. Dåvarande Renhållningsverket deltog inte i arbetet med avsättning eller organisation, utan fastighetsbolagen ordnade på egen hand avtal med en lantbrukare på Hisingen om att omhänderta urinen. Fastighetsbolagen investerade i två expanderbara lagringskokonger à 48 kubikmeter som installerades på mark som lantbrukaren arrenderar av kommunen i Säve. Vid starten 1997 transporterades urinen dit av Renhållningsverket, en hantering som togs över av det nybildade kommunägda avfallsbolaget Renova, då Renhållningsverket 1998 organiserades om till en beställar- (Kretsloppsnämnden) och utförarfunktion (Renova).

Redan tidigt gjordes analyser av urinen hos lantbrukaren som visade att näringshalterna var endast 25-30 % av de förväntade. Samtidigt hade problem med toaletternas funktion uppkommit i ett av husen, i form av lukt och igensättningar. Fastighetsbolag, konstruktörer och entreprenörer arbetade tillsammans med konsulter för att lösa problemen. Allra främst ville man naturligtvis snarast komma tillrätta med olägenheter för de boende, vilket också uppnåddes med hjälp av tekniska förbättringar. Åtgärderna har tyvärr inte lett till att näringshalterna förbättrats i någon betydelsefull omfattning (bilaga 2).

I ett tidigt skede slog Kretsloppskontoret fast att källsorterad humanurin bör ses som ett hushållsavfall, vars omhändertagande därmed ingår i förvaltningens ansvar. Man uppmärksammade också problemen som fanns med näringshalterna i urinen från hyreshusen på Hisingen. År 1998 bestämde styrelsen för Universeum, det stora publika vetenskapscenter som då höll på att uppföras i Göteborg, att urinsortering skulle installeras. Kretsloppskontoret började skissa på olika möjligheter för att ta hand om de relativt stora mängder sorterad urin som skulle uppkomma. Under 2002 fastslogs även att urinsortering skulle införas i byggnaden Chalmers Vasa, tidigare Vasa sjukhus, som höll på att byggas om med ett miljöanpassat utförande. Inför beslutet hade byggherren och en av de kommande hyresgästerna kontakt med Kretsloppskontoret, bland annat för att förhöra sig om möjligheterna för att urinen skulle kunna nyttiggöras.

Vid mitt besök hos lantbrukaren uttryckte han besvikelse över utebliven gödseffekt och att bostadsbolagen inte visat mer intresse för urinens bristande kvalitet som gödselmedel. Våren 2003 ville lantbrukaren upphöra med spridningen, då den var företagsekonomiskt omotiverad. I dag bräddas därför urinen från samtliga fastigheter till spillvattennätet. Kretsloppskontoret arbetar nu för att problemet med urinens näringsinnehåll ska lösas så snart som möjligt, så att en fungerande återföring kan byggas upp för den nu källsorterade urinen och framtida utökande volymer. Man anser att urinsortering utgör ett av flera lovande alternativa system för framtiden, väl värt att pröva och utveckla för att uppnå mål om en hållbar hantering av naturresurser.

För att uppnå ett långsiktigt fungerande samarbete vill man förankra arbetet väl hos övriga länkar i "näringskedjan", allra främst hos lantbrukare. Idén fanns också att undersöka om urinen kunde användas i kommunens egen verksamhet, till exempel i parker eller på fotbollsplaner, som ett komplement eller alternativ till åkermark. Kontakter togs våren 2002 med representanter för Lantbrukarnas Riksförbund (LRF) på lokal och regional nivå för att diskutera ett samarbete kring återföringen av humanurin. Av diskussionen framkom att representanterna överlag var positiva till att främja återföringen och glada för ett

initiativ från kommunen, men man ansåg att det är samhället som ”äger frågan”. Det fanns en viss tveksamhet kring vad uringödsling i realiteten innebär företagsekonomiskt för den enskilde lantbrukaren och man välkomnade en utredning om detta. Man ansåg att det är viktigt att samhället bygger upp ett förtroende hos lantbrukarna, att man kommunicerar med dem angående deras förväntningar. Införande av kretsloppssamhället är en process där man bör skynda långsamt – utvecklingen kring slammet visar att bakslag riskeras om något går fel menade man.

5.1 Fastigheternas verksamhet och system

5.1.1 Universeum

Universeum är ett utställnings- och vetenskapscentrum vid Korsvägen i Göteborg. Anläggningen, som öppnades 2001, är ett gemensamt initiativ av Göteborgsregionens kommunalförbund, Göteborgs Universitet, Chalmers Tekniska Högskola och Västsvenska Handelskammaren, i nära samverkan med näringslivet. Syftet med verksamheten är att öka barns och ungdomars intresse för naturvetenskap och teknik, att belysa högskolornas och universitetens verksamhet och betydelse samt att marknadsföra Sverige som kunskapsnation. Huset är konstruerat med många intressanta miljö- och resursbesparande lösningar som solfångare, utnyttjande av berget som värmemagasin och biologisk akvarievattenrening. I en forskningsanläggning demonstreras hur näringsämnen i urin kan renas med hjälp av djur och växter.



Figur 4. Universeum.

Universeum har hittills haft ca 500 000 besökare per år och antalet personal i huset är oftast omkring 90 personer. Volymen urin som avleds till forskningsanläggningen är idag obetydlig. Enligt teoretiska beräkningar kommer ca 180 kubikmeter urinblandning att samlas upp per år (bilaga 3). Denna beräkning är dock osäker på grund av dålig kännedom om besöksfrekvens, uppehållstider, spolvattentillförsel, mm. En volymflödesmätning som kan kopplas till antalet personer i fastigheten planeras, vilket bör ge en god vägledning.

I huset finns idag tjugofem urinsorterande toaletter av märket Dubbletten. Arton används av besökare och sju av husets personal. På herrtoaletten finns även två urinaler som spolats automatiskt efter användning. Huvuddelen av den utsorterade urinen leds med självfall till två parallellkopplade uppsamlingstankar som installerats under marken utanför byggnaden. Tankarna som är av betong rymmer sex kubikmeter vardera och fylls från botten. Ventiler i tillflödet möjliggör fyllning av en tank i taget. På vägen till tankarna passerar urinen en pumpbrunn som rymmer 1,5 kubikmeter. Från denna pumpas även en liten mängd urin till forskningsanläggningen. Pumpbrunnen är via en ledning förbunden med det allmänna spillvattennätet till vilket urinen kan bräddas. Detta för att förhindra att tankarna kan bli överfulla och att urinen blir stående i ledningar eller toaletter. En ventil för tryckutjämning finns som mynnar på en terrass. Varje tank har två lock av järn, ett till tankens tömningsledning och ett som manslucka.

Ansvarig personal har upptäckt flera brister i utförandet av uppsamlingssystemet. Dessa förfaller främst vara orsakade av brister i byggnationsarbetet, då inte alltid arkitektens ritningar följts (Forsberg, pers.). Bland annat saknades gatulockens gummipackningar och tömningsrörens anslutningar. Regnvatten från gatan har då kunnat rinna in och fylla hållrummet under locket, samt därifrån via de öppna tömningsrören in i urintankarna. Man misstänker även ett stort inläckage av markvatten via uppsamlingstankarnas väggar på grund av att betongelement inte tätats mot varandra tillräckligt. Andra brister är att pumpbrunnen inte fylls från botten, vilket också ökar risken för kväveförluster. Det finns heller ingen luftevakuering i lagringstankarnas topp vilket hindrar en fyllning om tankarna tätas ordentligt. Vid en tömning av tankarna upptäcktes verktyg som glömts kvar av installatören. Dessa förhållanden är förstås helt oacceptabla om urinen ska kunna användas i lantbruk. Ansvariga på Universeum diskuterar idag med byggfirman. Åtgärder kommer inom kort att vidtas så att systemet ska fungera väl.

Dubblettens träsitsar har slitits snabbt, då träet ständigt blötts av tät användning och städning. Sitsarna har därför bytts ut mot specialbeställda sitsar i björkplyfa. Ibland har papper och fekalier hamnat i urinskålen, vilket kan ha att göra med att besökare och barn inte förstått hur toaletten ska användas. Felsorterat papper har i sin tur orsakat stopp i vattenlåset. Dessa problem minskades dock väsentligt efter att mer information har satts upp. Vissa luktbesvär har också funnits, troligen på grund av att urinledningens vattenlås är för grunda för att stå emot det stora undertryck som råder i huset, speciellt vid blåst. Detta har kunnat åtgärdas genom att omforma vattenlåsen med en värmepistol.

5.1.2 Chalmers Vasa – Byggnad 1

Fastigheten på Aschebergsgatan 44 som tidigare ingått i Vasa sjukhus ägs nu av Chalmersfastigheter AB som renoverat huset med en miljöprofil (Malmcrona, pers.). Olika verksamheter med miljöanknytning kommer att etableras i lokalerna. Sedan hösten 2003 finns stiftelsen Ekocentrum som driver utbildningar och utställningar inom miljö på plats och i maj 2004 kommer Svenska Miljöinstitutet (IVL) flytta sin verksamhet till huset. Svenska Miljöinstitutets verksamhet är av kontors- och laboratoriekaraktär. Hälften av kontorsytan har inte hyrts ut ännu, men man siktar på att hysa miljöbetonade verksamheter.



Figur 5. Chalmers Vasa.

Ekocentrum har upp till 200 besökare per dag (Owe, pers.). Antalet personal är däremot ganska konstant omkring 20 på heltid, inklusive praktikanter. Omkring 25 % av besökarna är 11 till 14 år. För tillfället är besökarantalet ca 15 000 per år men verksamheten kommer att utökas gradvis till ca 30 000 besökare per år om ett år. Besökssvackor inträffar över jul samt under sommaren då 30 % av den vanliga besöksfrekvensen uppnås. Volymen urin som kommer att genereras härifrån antas därför bli säsongsberoende. Volymerna som kan förväntas på Ekocentrum har beräknats till ca nio kubikmeter per år. I Svenska Miljöinstitutets lokaler kommer i genomsnitt ca 60 personer att uppehålla sig under arbetstid (Lindskog, pers.) och den uppkomna volymen beräknas till ca 12 kubikmeter per år. Troligtvis kommer ytterligare volymer att genereras då fler verksamheter flyttar in. Hur mycket är svårt att beräkna då man ännu inte vet vilken verksamhet som kommer att hysas

eller om urinsorterande toaletter helt säkert kommer att installeras. Ytan kan enligt förvaltaren rymma ca 75 kontorsanställda, vilket kan innebära ytterligare ett 15-tal kubikmeter per år. Beräkningar av förväntade volymer redovisas i bilaga 3.



Foto: P. Aarsrud

Figur 6. Urinalen.

Ekocentrum har fem urinsorterande toaletter (varav tre offentliga) och en urinal. Toaletterna är av märket Dubbletten och urinalen är av ett danskt fabrikat som fungerar utan spolvatten. Urinen passerar ett vattenlås med ett lager av miljövänlig olja som fungerar som luktkarriär. Urinalen rengörs med ett speciellt rengöringsmedel som leverantören tillhandahåller, detta sprayas i några gånger dagligen. (Lund, pers.) I Svenska Miljöinstitutets lokaler finns två vanliga och två handikapptoaletter på varje plan, samt toaletter i källaren vid omklädningsrum, alla av märket Dubbletten (Lindskog, pers.). Regnvatten från husets tak utnyttjas som spolvatten, då detta samlas upp och avleds till den tank som sedan försörjer toaletterna med vatten. Urinen leds till en 2,6 kubikmeter tank som fylls och töms från botten. Den är försedd med flottörlock och manlucka, enligt konstruktion av BB Innovation. Ett bräddavlopp till det allmänna avloppsnätet finns.

Efter en kort tid uppstod lukt från toalettens urinvattenlås (Lund, pers.). Låsen har på en senare modell försetts med klens muttrar för att lätt kunna monteras bort och rensas. När städpersonal kommit åt de vägghängda toaletternas urinvattenlås med städmoppen har dessa lossnat något. Urin har dock inte läckt och efter att städare informerats har lukten upphört. Sorteringen har fungerat mycket bra på Ekocentrum, troligtvis är en bidragande faktor att man har mycket motiverade brukare.

5.1.3 Ekologiska huset på Lindholmen

År 1997 färdigställde Bostadsbolaget "Ekologiska huset" på Verkmästaregatan 2 på Lindholmen. Huset är ett modernt landshövdingehus med 13 lägenheter och bebos nu av 23 personer mellan ca 30 och 70 år samt ett barn. Huset är byggt med miljövänligt materialval, energilösningar, avlopp och sophantering.

I huset finns 13 urinseparerande toaletter av märket Dubbletten, som liksom ledningssystem och tankar är konstruerade av BB Innovation. Urinen leds i polypropylenrör (75 mm) till tre nedgrävda parallellkopplade betongtankar som fylls från botten. Tankarna är runda, ca 2,5 meter djupa med en total volym på 17 kubikmeter. De har flottörlock för att minska ammoniakavgång. Ovanför flottörlocken finns en 110 mm luftningsledning som mynnar på taket till ett förråd. Alla tankarna har nivåalarm. Ingen inspektionslucka finns, dock kan eventuellt tankarnas tak



Foto: P. Aarsrud

Figur 7. Ekologiska huset.

öppnas om överliggande jord skottas bort. Ett bräddavlopp har kopplats till fyllningsledningen.



Foto: P. Aarsrud

Fig. 8. Tömningsledning.

Ca 20 kubikmeter urinblandning genereras årligen. Tömning har fram till 2003 skett med åtta till nio månaders mellanrum. Tankarna är belägna otillgängligt på innergården och töms därför via ett ca 20 meter långt rör, som mynnar bakom en lucka på husets framsida. I anslutning till varje tank finns ett järnlock, under vilka ventiler för att öppna och stänga tillflöde till respektive tömningsledning finns.

Ekologiska husets toaletter, samtliga Dubbletten, fungerade utan stopp i fem-sex år, men det senaste året har fyra stopp uppkommit, främst i själva vattenlåset i plaströret under toaletten (Andersson K, pers.). Husvärden har åtgärdat detta genom att plocka loss röret och knacka loss kristallerna. Ingen rapporterar några direkta

luktproblem med Dubbletten. Stopp i ledningarna mellan toaletter och tank har inträffat en gång i huset. Detta var orsakat av hår som kunde spolats bort från en renslucka. Ibland har vattenlås torkat ur när hyresgäster är borta på semester så att det luktar urin i lägenheterna. Husvärden råder därför de boende att hälla på en matsked matolja innan avresa, så att vattnet får svårare att avdunsta. Resultat från Kretsloppskontorets provtagning av urinen vid fastigheten våren 2003 visar på normala värden för fosfor och kalium, men ett relativt lågt kväveinnehåll (se bilaga 2).

5.1.4 Kretsloppshuset i Kyrkbyn

Kretsloppshuset i bostadsområdet Kyrkbyn på Hisingen ägs av Poseidon. När området renoverades 1995-1997 miljöanpassades detta hus med 18 lägenheter och bland annat installerades urinsorterande toaletter. Flertalet hushåll består av en till två personer, varav merparten är fyrtioåringar. Den uppsamlade urinblandningen är ca 30 kubikmeter per år. Tömning har fram till 2003 skett var tolfte vecka.



Foto: P. Aarsrud

Figur 9. Kretsloppshuset.

I huset finns idag tio stycken WM-DS och sex stycken Dubbletten (Senor, pers.). Urinen leds här i ett ledningssystem (ca 100 mm diameter) som består av rostfritt stål (mellan våningarna polypropylen). På grund av att beslutet om urinsorterande system togs sent i ombyggnationen är ledningarna dragna utmed väggarna, vilket gör ledningssystemet tämligen långt och med många krökar. Man befärade att detta skulle leda till kristallbildningar och därför installerades rensluckor i varje krök. Någon rensning har dock inte behövts ännu. Urinen leds till tre seriekopplade tankar i armerad betong på vardera 4,4 kubikmeter. Den första tanken har en inbyggd avskiljande del för möjlighet att installera UV-bestrålning. Detta medför en fördröjning på ett dygn för urinens väg till uppsamlingen. Varje tank är försedd med en manlucka. För

närvarande finns inte fungerande nivåalarm. Tömningsledningar har dragits till en brunn vid gatan. Här mynnar också en luftningsledning som öppnas enbart vid tömning för att undvika vakuum i ledningar och tank.

I Kyrkbyn har under åren stopp förekommit i alla WM-DS, vilka är av en äldre modell med räfflor i slangen som leder urinen. Dessa räfflor medverkar troligen till stoppen. Vid stopp kontaktas servicepersonal som tar bort slangen och rensar med en rensvajer av metall. I Dubbletten har stopp endast inträffat två gånger, då till stor del orsakat av hår som fastnat. Husvärden brukar då plocka bort slangen som utgör Dubblettens vattenlås och spola med varmvatten under högt tryck. Luktproblem uppstod till en början med WM-DS, vilket till stor del nu har avhjälpes



Foto: P. Aarsrud

Figur 10. Tömningsbrunn i Kyrkbyn.

med en backventil på urinledningen vid dess anslutning till golvet, samt genom att se till att slangen böjs rätt i vattenlåset. Den del varifrån urinen rinner ner i slangen är inte emaljerad vilket gör att urin kanske lättare fastnar. Då delen inte är tillräckligt förankrad har den lossnat eller börjat läcka när man försökt rensa. Dessa toaletter (tre stycken) har då bytts ut till vanliga och husvärden tror att det är en tidsfråga innan alla WM-DS behövs bytas ut. Utförandet hos den tidiga modellen av WM-DS har också påverkat hur mycket spolvatten som tillförts. Dels tillförs urinen spolvatten vid varje spolning, dels har luktpöblem gjort att många spolat mer (Rehnström Johansson m.fl., 1999). De igensättningar som uppstår i urinledningarna gör enligt husvärden troligtvis att mindre urin sorteras då en stor del istället rinner över i den stora skålen. Senare modeller av WM-DS har förbättrats och rapporteras fungera bra (se kap 8.2.1.1).

Resultat från Kretsloppkontorets mätningar tyder på att en kraftig utspädning fortfarande sker av urinen (se bilaga 2).

6 AVSÄTTNING PÅ JORDBRUKSMARK

6.1 Vilka lantbruk finns i området?

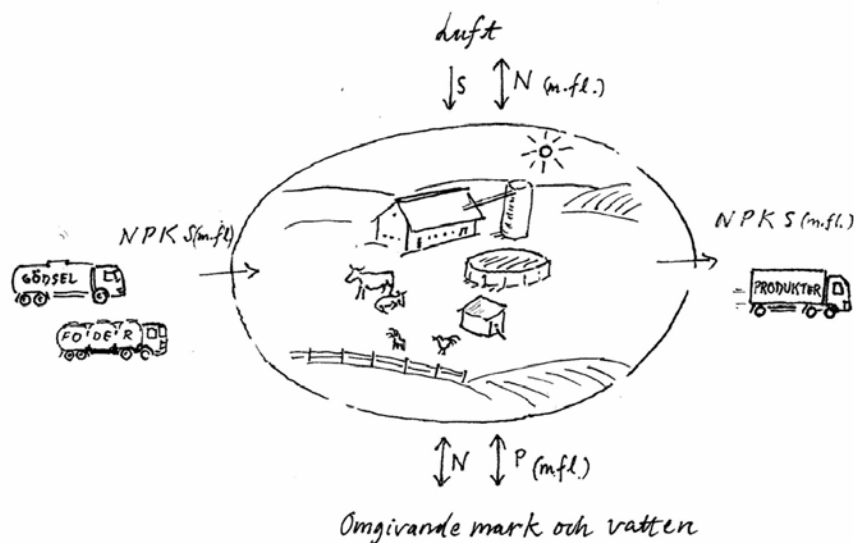
Lantbruken i Göteborgs omnejd är traditionellt mindre enheter med kombinerad växt- och djurproduktion. Fälten är ofta små och kuperade i Västra Götalands kustområde. Inom den egna kommunens gränser återfinns den brukade marken främst på Hisingen och i ett område runt Lärjeån som sträcker sig mot nordöst. Huvuddelen av arealen utgörs av vallgröda till egna djur eller avsalu medan spannmålsodlingen är mer begränsad. Höstvet och havre dominerar, men även råg, korn, vårvete och rågvete förekommer. Även söder om centrum finns jordbruksmark, men här handlar det uteslutande om mindre hästgårdar. Drygt hälften av jordbruksmarken inom kommunen (ca 2 700 hektar) ägs av Göteborgs Stad (Forsell, pers.). Av dessa utgör ca 1000 hektar åkermark. De flesta lantbrukare i Göteborg arrenderar därför helt eller delvis sin mark av kommunen. Det finns närmare 80 lantbrukare som arrenderar mellan 10 och 180 hektar mark, varav 13 arrenderar över 50 hektar. Längre inåt landet, cirka sju mil i nordöstlig riktning, breder södra Vänerslätten ut sig med en större andel företag baserade på växtodling. Rakt söderut i trakterna kring Kungsbacka finns också fler lantbruk, varav många baseras på djurproduktion.

6.2 Användning av gödselmedel i lantbruket

Via rötterna behöver växterna, förutom vatten, ta upp framför allt kväve (N), fosfor (P), kalium (K), svavel (S), magnesium (Mg) och kalcium (Ca), vilka kallas makronäringsämnen. I mindre mängd behöver de också ett tiotal mikronäringsämnen, till exempel järn, mangan, koppar, och zink. Det är främst kväve, fosfor, kalium och svavel som behöver tillsättas i jordbruket. Kväve tas upp av växterna i form av nitrat (NO_3^-) eller ammonium (NH_4^+), fosfor, kalium och svavel som fosfat- (PO_4^{3-}), kaliumjoner (K^+) och sulfat (SO_4^{2-}).

Handelsgödsel innehåller kväve i form av nitrat, ammonium eller urea. Urea kan omvandlas i marken till ammonium. Ammonium kan i sin tur också omvandlas till nitrat. Fosforhandelsgödsel utgörs ofta av superfosfat. Sammansatta gödselmedel (NPK, NPKS, PS, osv.) är en blandning av kväve, fosfor, kalium, kalcium och svavel i olika kombinationer. I de flesta gödselmedel finns mindre mängder av andra ämnen som växterna kan ta upp, kanske mikronäringsämnen eller oönskade ämnen som kadmium.

Hur mycket gödselmedel som behövs köpas in till en gård utifrån beror främst av gårdens produktion, om det finns tillgång till stallgödsel, samt vad jorden kan leverera. Man behöver ofta tillföra betydligt mer kväve än vad man bortför med grödan, eftersom kväve har många förlustvägar. Behovet av fosfortillförsel beror på markens fosfortillstånd. Gårdar med djurproduktion (till exempel mjölkgårdar) köper ofta in mycket foder vars näring tillförs fälten via gödseln. Under tidigare decennier har även fosforgödslingen överdimensionerats, på grund av den tidens värderingar och lågt pris. Sådan åkermark kan innehålla ett överskott av fosfor som lagrats upp i jorden, ibland nog för att teoretiskt försörja odlingen med fosfor i 50- eller 100-tals år framöver. Behovet av kalium beror på bland annat av jordens lerhalt, då finkorniga lerjordar kan frigöra relativt mycket kalium naturligt. Genom att odla baljväxter som fixerar kväve från luften kan kväve i viss mån tillföras utan gödsling. Detta utnyttjas framför allt inom ekologisk odling. Behovet av svavel har i viss mån täckts av nedfall av förbränningsrester i luften, men då dessa minskat på senare år köper allt fler lantbrukare även svavel.



Figur 11. Principskiss av flöden av växtnäringsämnen till och från en gård.

De flesta lantbrukare köper in handelsgödsel, även de som har stallgödsel. Man köper ofta både enkla och sammansatta gödselmedel. Genom att markkartera får man en indikation på hur mycket växtnäring som jorden innehåller och kan leverera. Jordens P-AL klass beskriver fosforstatus och K-AL klassen dess kaliumstatus. Gödselgivan till åkern beror på typen av gröda och hur stor skörd som förväntas. För vete och råg är riktigivan för kväve omkring 90-155 kg per hektar, oljeväxter kräver däremot 180-250 kg. Korn och havre brukar behöva ca 65-105 kg per hektar. Riktigivorna för fosfor och kalium varierar mellan 0-35 kg respektive 0-65 kg beroende av jordens näringsstatus (P-AL- och K-AL-klass) (Weidow, 2000). Både kväve, fosfor och kalium sprids ofta i form av NPK-gödsel i samband med sådd. Kväve kan spridas i flera omgångar under växtsäsongen på vissa grödor, till exempel höstvet.

6.3 Lagring

Lagring av urin utförs dels för att hygienisera urinen enligt rekommendationerna (avsnitt 4.7.2), dels för att tömning av uppsamlingstankar och spridning ofta inte kan samordnas. Vilken lösning som väljs för lagring styrs av ett flertal aspekter, till exempel miljö- och smittskydd, möjligheter till hantering, samt ekonomi. Vidare resonemang angående organisation av urinens lagring återfinns i avsnitt 8.4.

6.3.1 Vikten av rätt lagringsteknik

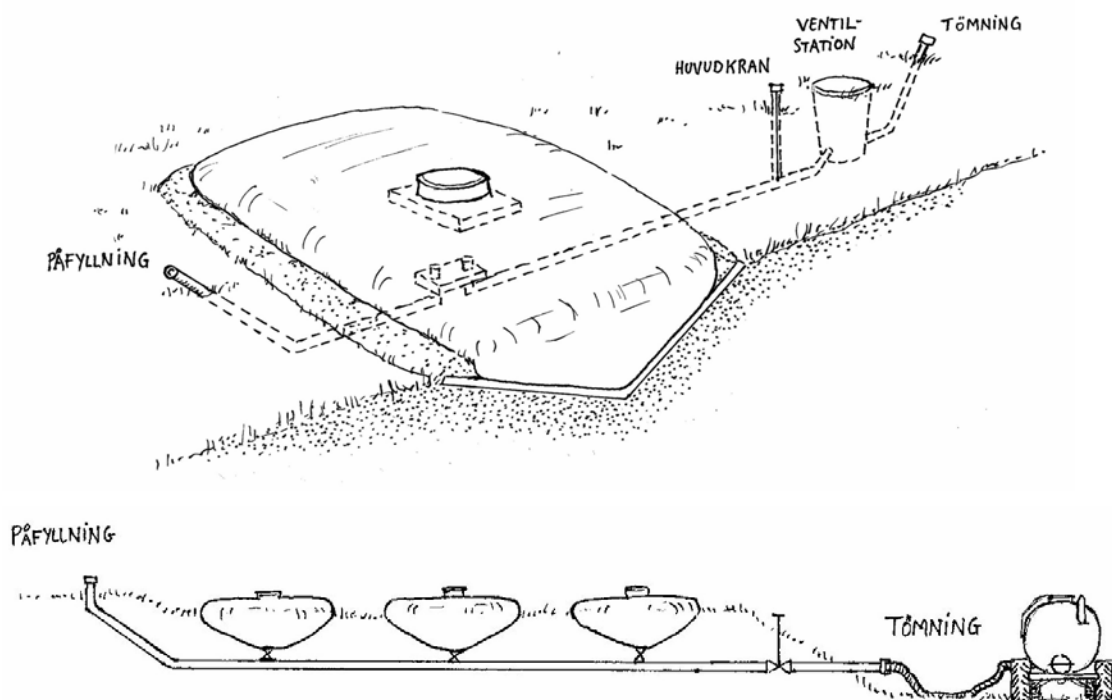
Vid lagring av urin är det viktigt att se till att urinens kväve inte går förlorad. Ammonium i urinen övergår till ammoniak i luften ovanför tills mättnad nåtts. Temperaturen påverkar denna mättnadspunkt – under sommarhalvåret kan förlusterna vara 2-3 gånger högre än under vintern. Ammoniakemissionen är linjärt relaterad till vindhastigheten över urinen, varför det är av största vikt att lagra urinen så lufttätt som möjligt (LIFE, www, a). Ammoniakutsläpp bör även undvikas för att de har en försurande och övergödande verkan. Lagringstekniken har även betydelse ur smittskyddssynpunkt. Även om risken för att

urinen innehåller smittämnen i tillräcklig mängd för att infektera människor och djur är mycket liten, innebär en täckt behållare en säkerhetsbarriär. Om pH och salthalten tillåts sjunka i icke hygieniserad urin minskar avdödningen av smittämnen. Detta kan inträffa om urinen späds med till exempel regnvatten, eller om mycket ammoniak tillåts avgå innan tillräcklig hygienisering skett.

6.3.2 Lagringstekniker

6.3.2.1 Kokong

Slutna expanderbara behållare av vävarmerad PVC-plast, ”kokonger”, används på flera håll för lagring av humanurin. Dessa finns i volymer som varierar mellan 100-1000 kubikmeter. Idag finns några hundratal sålda kokonger i Sverige varav de flesta används till bland annat nöturin och oljeseparering i hamnar. Kokongen läggs på ett betongfundament men är i övrigt flyttbar. Kokongen innehåller minimalt med luft och utvidgas vid påfyllning. Den kan enligt en tidigare återförsäljare aldrig sprängas och tål att urinen fryser (Torstensson, pers.). Enligt en tillverkare och nuvarande återförsäljare bör dock kokongen utrustas med överfyllnadsskydd (Svensén, pers.). Behållaren grävs ned ca en meter under mark med störst djup i mitten, så att 30-40 % av behållarens innehåll finns under mark. Stödväggar av jord läggs i kanterna. Påfyllning och tömning kan ske från botten eller ovanifrån och oftast sker den underifrån via en rörledning. Erfarenheter från lagring av humanurin i kokong tas upp i avsnitt 8.4.



Figur 12. Principskisser av kokonger. Överst: installation lämplig för tömning med vacuumtankvagn (Svenska Hardi AB, odaterad). Nederst: serieinstallation vid Bornsjön (Johansson m.fl., 2000), som möjliggör en lätthanterlig separat lagring av olika fraktioner.

6.3.2.2 Konventionell flytgödselbehållare

Enligt Fernholm (1999) är det idag relativt vanligt att källsorterad humanurin lagras i behållare för flytande stallgödsel (utgörs av en blandning av djurens fastgödsel, urin, strö, foderrester och ibland spillvatten från ladugården). Flytgödselbehållare är oftast av betong, men utföranden i stålplåt och jorddammar med gummiduksbotten förekommer också. Kapaciteten kan variera allt mellan något hundratal kubikmeter till flera tusen.

Ibland förekommer att humanurinen blandas tillsammans med flytgödsel i behållaren. Detta kan innebära en förhöjd risk för uppförökning av bakterier, då de kolhaltiga växtdelarna i flytgödseln utgör ett substrat för bakterierna att tillväxa i (Ahlbin A, pers). Om hygienisering har skett enligt rekommendationerna innan inblandning är denna risk dock mycket liten, då samtliga sjukdomsframkallande bakterier av vikt (till exempel alla de som kan smitta djur) avdödas väl under denna lagring. Enligt smittskyddsinstitutets experter är även risken med detta liten ur folkhälsoaspekt, till exempel jämfört med den risk för EHEC och andra smittämnen som förekommer i flytgödsel. En procent av Sveriges nötkreatur är idag infekterade med EHEC (Schönning, pers.; Stenström, pers.). Vid inblandning i stallgödsel kan en begränsning uppstå i att inte heller den flytgödsel som urinen blandas med kan spridas på vall om rekommendationen (och lagförslaget) ska följas.



Foto: P. Aarsrud

Figur 13. Flytgödselbehållare i betong.

Om humanurinen lagras i en helt öppen behållare kan mycket kväve förloras, ett riktvärde för djururin är 50 % (Rodhe, 1996). Ett svämtäcke (ett ofta metertjockt lager med strö och osmälta foderrester) uppstår på flytande gödsel från nötkreatur. Man kan anta att 5-10 % av kvävet förloras vid lagring av flytgödsel under ett svämtäcke (Karlsson m.fl., 1997b). Täckning med tak av betong eller plastduk, flytande plastdukar eller cellplastblock, rapsolja, halm, ensilage eller lättklinkerkulor (leca-) används också på behållare för flytgödsel och urin. Erfarenheter av plastduk, lättklinker och växtdelar visar att de alltför lätt rörs upp av vinden. Rapsolja har visat sig brytas ned efter en kort tid, och halm sjunker till botten efter 1-2 månader (Tersmeden, pers.).

Investeringar för att uppnå tät lagring kan vara motiverade då mycket av nyttan med övriga investeringar i systemets olika led annars förloras. Mer än 5-10 % kväveförlust bör inte

accepteras vid lagring av humanurin. Detta kräver oftast att flytgödselbehållare har ett tättslutande täckande lock/tak, eller en väl förankrad plastduk. Om urin lagras tillsammans med flytgödsel från nötdjur kan ett stabilt svämtäcke fungera som ammoniakspärr. Lagring tillsammans med flytgödsel förutsätter förstås att urinen redan är hygieniserad. Man bör minnas att förlusterna förmodligen blir högre än för bara flytgödsel, då de stiger med ökad ammoniumhalt. Behållaren bör även ha bottenfyllningsutrustning för fyllning från tankbil.

Inblandning av regnvatten bör elimineras om hygieniseringen ska fungera. (Omkring en kubikmeter regn faller per kvadratmeter och år i Göteborgsområdet.) Ett tak är här det bästa, men en flytande plastduk kan förses med krage mot kanten, så att inte regnvatten rinner in utan kan pumpas bort (Karlsson, 1996). Flytgödsel-/urinbehållare tillförs ibland regnvatten från gårdsplaner eller fastgödselplatta, samt spillvatten från lagården. För att fungera som lagring till urinen måste detta vatten avledas på annat sätt. Om fastgödselplattan inte används på grund av nedlagd djurproduktion kan vattnet istället avledas till ett dike etc.

6.3.3 Lagringsmöjligheter ur lantbrukarnas synvinkel

Om befintliga lagringsbehållare kan nyttjas kan en stor investeringsutgift sparas. Då många gårdar helt upphört med djurhållning på senare år, eller kanske ställt om från mjölkproduktion till köttproduktion, kan oanvända eller överdimensionerade behållare ofta hittas. Behållare som används förefaller vara minst utnyttjade under våren och försommaren, då stallgödsel från vintersäsongen ofta körts ut. I vissa fall, men långt ifrån alltid, kan inblandning av humanurinen för lantbrukaren innebära fördelen att slippa späda flytgödseln med vatten för att uppnå en spridbar konsistens, samtidigt som näringsinnehållet blir högre än om vatten används.

Om lagring sker i kokong kan denna eventuellt läggas i närheten av en lämplig spridningsplats. Detta kan innebära vissa fördelar för lantbrukaren i form av större flexibilitet, mindre avstånd och möjlighet till matarslangspridning. Många lantbrukare har arrenden en bit ifrån gården. Ofta används här handelsgödsel då det inte är ekonomiskt att köra stallgödsel längre sträckor. Då vissa lantbrukare befärar att gårdslagring av urinen kan medföra en risk för smitta till djurbesättningen kan avståndet vara en fördel även ur denna aspekt. En mer ödsligt placerad behållare kan förstås vara svårare att hinna se till. En möjlighet som någon ser är att förlägga lagret den så att flera lantbrukare kan hämta. Det finns då en större möjlighet att utnyttja det när det passar, och därmed en ökad chans för lantbrukare att nyttja urinen.

6.4 Spridning

6.4.1 Vikten av rätt teknik och tidpunkt

Precis som vid spridning av stallgödsel finns alltid en risk att urinens kväve hinner omvandlas till ammoniak, lustgas eller kvävgas som kan avgå till lufthavet innan växternas rötter tar upp det. Ammonium kan dessutom omvandlas till nitrat som lätt urlakas till markvattnet. Kvävegödsel i växttillgänglig form, som urinens, bör därför spridas vid en tidpunkt när grödan kan tillgodogöra sig det. För att minimera luftkontakten bör urinen spridas så nära marken som möjligt och i möjligaste mån på ett sätt som snabbt binder urinen i jorden. Jordens struktur och fuktighet påverkar hur lätt gödseln binds. Likaså kan

väderförhållandena ha stor inverkan på förlusternas storlek. Spridning vid en låg lufttemperatur, hög luftfuktighet och låg vindhastighet minskar förlusterna (Jordbruksverket, 1998).

Vid spridning måste också hänsyn tas till markens produktionsförmåga. Markpackning som uppstår av fordonens tyngd är ett påtagligt problem i samband med stallgödselspridning, speciellt under blöta förhållanden. Även ytlig packning, < 30 cm, minskar skörden både det aktuella året och åren därefter (Arvidsson, 1998). Ytlig packning kan kompenseras av plöjning eller annan jordbearbetning. Packning som når ner till skiktet under matjorden kan kvarstå flera decennier. Den påverkar vattnets rörlighet i marken, rotutvecklingen och grödans möjlighet att ta upp djupt liggande vatten. Risken för skador beror av jordart och vattenhalt. Tidpunkten för gödselspridning begränsas därmed av jordens bärighet. Möjligheterna för att sprida urin och annan stallgödsel kan därför variera starkt mellan olika år och på olika fält. En annan faktor som påverkar valet av gödslings tidpunkt och teknik är risken för fysiska skador på växande gröda. Markpackning och körsador kan begränsas med rätt utrustning. Vid all stallgödselspridning bör man vara försiktig så att inte grödan kontamineras av bakterier. Ett sätt att undvika detta är att öka tiden mellan spridning och skörd, samt att i växande stråsäd använda marknära spridningsteknik.

6.4.2 Spridningsteknik

Vid spridning av humanurin i lantbruk kan ordinarie spridningsutrustning för flytgödsel och urin användas. Oftast transporteras flytande gödsel ut på fältet i en tankvagn, försedd med någon typ av spridaraggregat baktill. Tekniker som sprider ut gödseln på marken ovanifrån, till exempel med hjälp av en sked eller roterande plattor, kallas bredspridning.



Foto: P. Aarsrud

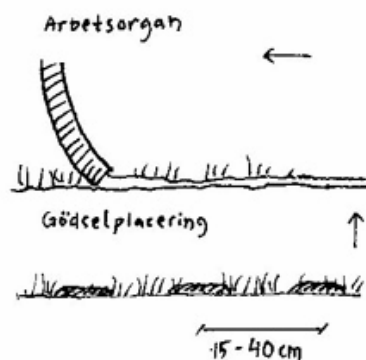
Figur 14. Bredspridning.

Spridning med ett aggregat som placerar gödseln jämnt fördelat i band direkt på marken kallas bandspridning. Ofta utgörs det av en ramp med släpande slangar (figur 15). En fördel med bandspridning jämfört med bredspridning är att en bestämd arbetsbredd fås. Bandspridning ger även möjlighet att sprida i växande gröda utan att gödsel hamnar på grödan. Detta ger hygieniska fördelar och ofta betydligt minskade kväveförluster.



Foto: J-O Sannö

Figur 15. Spridning med släpslangsramp.

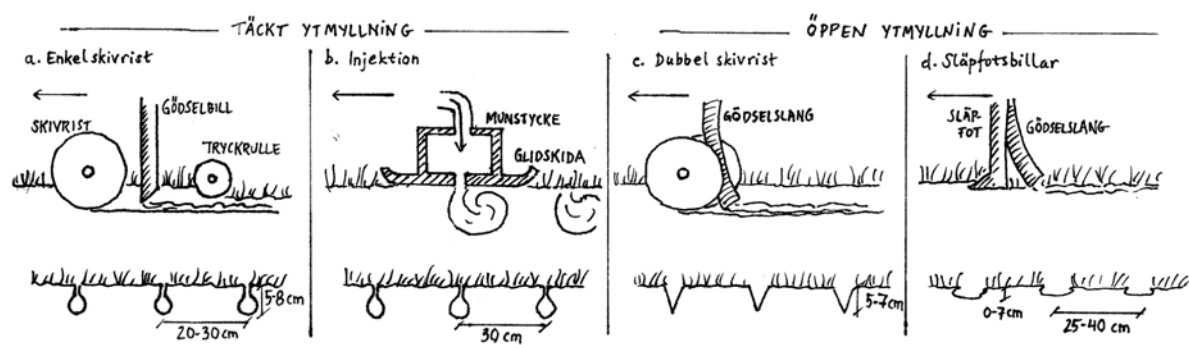


Om spridning sker på obevuxen mark bör urinen efter spridning brukas ned med harv, plog eller något annat jordbearbetningsredskap, vilket ökar kontakten mellan gödsel och jordpartiklar. Det finns också nedmyllningsaggregat som kan mylla ned urinen direkt, i öppen åker eller i växande stråsäd (figur 16 och 17). Dessa kräver som regel stor dragkraft och lämpar sig bäst på stenfria lätta jordar. Nedmyllningstekniken är ännu ovanlig i Sverige. Ett mellanting mellan släpslangsramp och nedmyllningsaggregat är ramper med släpfotsbilar (figur 17 d). Billarna glider på marken så att strån och löst material böjs undan och urinen hamnar direkt på jorden, är jorden lucker kan urinen myllas ner en bit.



Foto: J-O Sannö

Figur 16. Spridning med nedmyllningsaggregat.



Figur 17. Principskisser av olika ytmyllningsaggregat. Arbetsorgan och gödselplacering.

Spridning med matarslang erbjuder ett alternativ där körskador från tankvagn undviks (Pettersson & Wetterberg, 1998). Spridningsaggregatet sätts då direkt på traktorn och matas med flytande gödsel via en slang. För att mata fram gödseln kan en traktordriven pump placeras vid gödselbrunnen eller annan behållare som placerats nära fältet. Det krävs därmed två traktorer för att driva systemet, men enmansbetjäning är möjlig genom att fjärrstyra pumpen. Matarslangstekniken har prövats för humanurin med gott resultat i Stockholm Vattens regi, där med släpslangsslaggregat kopplat till lagringskokonger (Qvarnström, pers.).

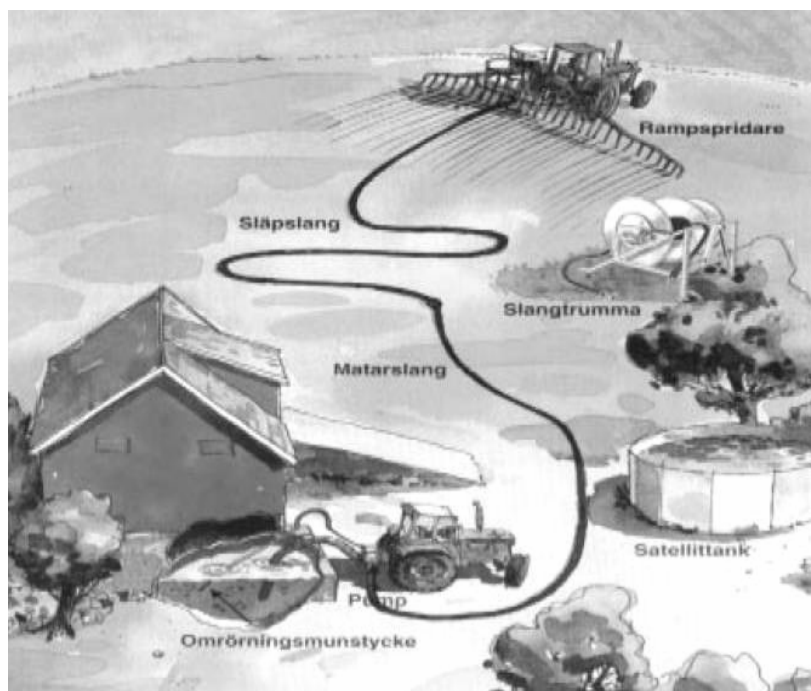


Bild: Svenska Neuero

Figur 18. Spridning med matarslang.

6.4.3 Teknikens betydelse för ammoniakavgången

Ammoniakavgången under och efter spridning av gödsel kan vara stor vid olyckliga omständigheter och fel teknik. Det finns få studier av spridningsteknikens påverkan på ammoniakavgången vid spridning av just humanurin, men då urinens egenskaper liknar flytgödsel och djururin kan erfarenheter från spridning av dessa ge vägledning. I jämförelse med flytgödsel har urinen ett högre pH-värde, en större andel ammonium samt rinner lättare ner i marken. Detta innebär att de positiva effekterna av marknära spridning liksom spridning i samband med regn/bevattning troligen är större jämfört med flytgödsel.

Vid bredspridning av flytgödsel och urin sommartid på vallgröda kan hela 90 % av ammoniumkvävet gå förlorat, medan bredspridning på våren eller hösten ofta ger lägre förluster, kanske 20-30 % (LIFE, www, b). Att välja bandspridning istället för bredspridning minskar ofta kväveförlusterna. Karlsson m.fl. (1997b) rapporterar en 50 % - ig minskning av ammoniakförlusterna vid flytgödselspridning med släpslangsramp på växande gröda (9 cm) eller stubb (nyskördad åker), jämfört med bredspridning. Däremot var skillnaderna mellan de två teknikerna knappt märkbara vid spridning på bearbetad stubb eller öppen jord. Rodhe (1996) har undersökt ammoniakavgången vid spridning av

djururin på en öppen harvad åker som dagen därpå såddes och på en åker med växande korngröda (10 cm). Resultaten visar i likhet med Karlsson m.fl. (1997b) att förlusterna var ungefär lika stora för bred- och bandspridning på öppen åker, medan de i växande gröda minskade med 50 % om släpslangsramp användes.

Betydelsen av nedmyllning kan vara mycket stor. Karlsson m.fl. (1997b) redovisar resultat från spridningsförsök med flytgödsel från nötkreatur, där man vid bredspridning på öppen jord förlorade 50 % av tillfört ammonium. Om spridningen följdes av nedharvning inom fyra timmar blev förlusterna dock endast 5 %, så att en 90 % -ig minskning fick. Rodhe (1996) erfor 85 % minskning av förlusterna genom snabb nedharvning av djururin. Karlsson m.fl. (1997b) rapporterar att ammoniakförlusterna vid ytmyllning med släpfotsramp var obefintliga för nötflytgödsel som spridits på öppen jord, och 5 % för svinflytgödsel som spridits i växande gröda (9 cm). Öppen ytmyllning (bild 15 c) i växande gröda gav liknande resultat. I ett treårigt fältförsök med spridning av humanurin jämförde Richert Stinzing m.fl. (2001) kväveförlusterna med två olika tekniker: släpslangsramp följt av nedharvning efter fyra timmar respektive släpfotsramp. Vid vårspridning innan sådd förlorades 2-6 % av kvävet med släpslangsramp och nedbrukning, med släpfotsramp mindre än 1 %. Vid försök med spridning i växande gröda var kväveförlusterna knappt mätbara för någon av de två spridningsteknikerna.

Resultat från Karlsson m.fl. (1997b) visar också på betydelsen av att spridning följs av bevattning eller sker i samband med regn. Bevattning (30 mm) efter bredspridning av svinflytgödsel på 9 cm hög gröda minskade ammoniakförlusterna med 70 %. Tabell 4 sammanfattar hur olika åtgärder minskat ammoniakavgången jämfört med bredspridning.

Tabell 4. Procentuell reducering av ammoniakavgången vid flytgödselspridning på öppen jord respektive växande stråsäd, jämfört med endast bredspridning (Karlsson m.fl., 1997b)

Åtgärd	Öppen jord	Växande stråsäd
Nedbrukning inom kort efter spridn.	80	-
Bandspridning med släpslang	0	50
Bandspridning med släpfot	98	95
Ytmyllning	98	95
Bevattning efter spridning	-	70

6.4.4 Gröda och tidpunkt

I princip kan de flesta grödor uringödsas, men nuvarande rekommendationer (tabell 2) avråder från att sprida humanurin på vall. Anledningen till att spridning på vall begränsats mer än för andra grödor består av en kombination av flera faktorer (Jönsson, pers.). Dels pekar resultat från fältförsök att humanurin på vall inte är motiverat vare sig miljömässigt eller odlingsmässigt. Mycket ammoniak kan förloras till luften beroende på vallens tjocka växttäck. Dessutom kan små grässtrån i vallen brännaskadas av urin i viss mån, vilket gör att skördeutbytet efter gödsling till och med kan bli negativt. Dels är undantaget ett

försiktighetsmått efter önskemål från Sveriges Veterinärmedicinska Anstalt (SVA). Urinen kan vid fekalieinblandning innehålla sporer av grampositiva bakterier av gruppen *Clostridium*, som via vallfodret kan tillföras mjölk och därefter orsaka problem med gasbildning vid osttillverkning. Bakterierna i fråga förekommer dock naturligt i jorden och jordkontaminerat ensilage utgör troligen den största risken. För övrigt bedömde man att det ändå ofta finns tillräckligt stora arealer med spannmål där urinen kan spridas.

Av dessa skäl bör spridning på växande vall undvikas. Jönsson (pers.) anser det dock tillrådligt att sprida urinen innan vårsådd av vall eller vallinsådd (samsådd av spannmål och vall), med efterföljande plöjning eller harvning. I Naturvårdsverkets förslag till regelverk tillåts inte spridning på vall under samma år som skörd inträffar, oavsett lagringstid (Naturvårdsveket, 2002). Huruvida förslaget möjliggör spridning *inför vallsådd* framstår som oklart. Kretsloppnämnden i Göteborg har i ett remissvar till Miljödepartementet kring den nya förordningsförslaget föreslagit att undantaget ska gälla endast växande vall för produktion av foder som skördas under innevarande kalenderår.

Om vall utesluts är det mest troliga att avsättning hittas för att sprida urinen på spannmål (vete, korn, havre och råg), eftersom spannmålararealen är relativt stor i Sverige och de flesta gårdar odlar åtminstone lite spannmål. Havre och höstvetete är, näst efter vall, de största grödorna i Göteborgsområdet. Spridning på oljeväxter (raps, rybs m.fl.) är också ett troligt alternativ, men arealen är betydligt mindre.

Om hänsyn ska tas till ovanstående förhållanden framträder olika alternativ för val av tidpunkt och teknik. En valmöjlighet är att **sprida på barmark**, så nära innan sådd som möjligt. Detta inträffar i mars-april för vårsådda grödor (vårvetete, vårråg, korn och havre). Höstvetete, höstråg, rågvete och höstoljeväxter, sås på hösten. Höstvetete, höstråg och rågvete ska inte kvävegödslas på hösten då de endast tar upp små mängder (Weidow, 2000).

Därför är humanuringödsling inte lämpligt i samband med höstsådd av dessa.

Humanurinspridning vid sådd av höstoljeväxter är däremot en god lösning, då denna ofta ges ca 60 kg kväve i samband med sådd. Vid spridning på barmark kan även bredspridande tekniker användas om man sprider vid lämplig väderlek (fuktig luft/kyla/regn). Oavsett om band- eller bredspridning används måste urinen brukas ned strax efter spridning. En förutsättning för spridning på våren är att man har en tillräckligt upptorkad jord. Det har på senare år blivit vanligare att – istället för traditionell höstplöjning – plöja på våren. Strategin uppmuntras för att minska näringsläckaget till omgivande mark och vattendrag. Intervjuade lantbrukare anser att spridning innan vårplöjning inför sådd av spannmål eller vall kan innebära en möjlighet att nyttiggöra urinen i vårbruket, på sådana marker som annars skulle vara alltför blöta vid denna tid om de höstplöjts.

Ett annat alternativ är att **sprida urinen när grödan kommit upp** men inte hunnit skjuta strå (oftast i juni månad). Att sprida när grödan är ca 15 cm hög har visat sig gå relativt bra avseende risken för skador på grödan (Rodhe & Salomon, 1992). Vid spridning i växande gröda är det absolut nödvändigt att marknära spridning i form av släpslangssramp eller nedmyllningsaggregat används, eftersom avdunstningen av ammoniak annars riskerar att omintetgöra stora delar av urinsorteringens syfte. Man måste beakta nedmyllningens påverkan på avkastningen då det ofta finns en risk för fysiska grödskador. Vid försöksspridning av urin med släpfotsramp i växande gröda sågs en sådan risk, speciellt där körningen skedde parallellt med såradena. Detta kom dock inte att påverka avkastningen negativt i slutändan (Richert Stinzing m.fl., 2001).

Några lantbrukares erfarenheter av humanuringödsling:

Återföring av humanurin sker på många platser i Sverige men ofta är mängderna mycket små eller urinen blandad med annan gödsel eller latrin. Få har ännu erfarenheter av att sprida ren humanurin i större mängder.

En lantbrukare i Stockholms län sprider humanurin från tre bostadsområden. Lagring sker i kokonger nära fält vilket fungerar bra. 450 kubikmeter urin sprids vartannat år på 10-12 hektar med havre och korn (Aarsrud, pers.). Grödan säljs till en privat köttproducent. Lantbrukaren harvar först, två personer sprider sedan, varpå lantbrukaren harvar igen inom två timmar. Därefter sås fältet. Spridningen sker med matarslangsystem och betalas av kommunen. Lantbrukaren tillhandahåller två traktorer, en som driver pumpen och en till spridningen. Enligt lantbrukaren är urinen utmärkt som gödning men det är viktigt att mylla ner den eller att det regnar. Bredspridning är uteslutet.

I Lindome tar en lantbrukare årligen emot 150 kubikmeter urin från två skolor (Andersson D, pers.). Urinen är hygieniserad när den körs till gården av kommunens entreprenör. Urinen pumpas över i flytgödselbehållare med ett 1,5 meter tjockt svämtäcke, där den blandas med stallgödseln. På så sätt slipper lantbrukaren späda sin flytgödsel med vatten innan spridning. 30-35 ton sprids per hektar, främst på våren i vall. Grödan används till egna köttdjur. En entreprenör sprider med tunna och släpslangssystem på lantbrukarens bekostnad. Lantbrukaren menar att marknära spridning är viktigt då det bli mindre ammoniakavgång och lukt. Gården ligger nära samhället. Lantbrukaren har noterat bättre tillväxt på de fält som gödslats med en blandning av humanurin och flytgödsel, jämfört med samma volym flytgödsel.

En lantbrukare i Linköping gödslar sedan tre år med urin från en närbelägen ekoby (Jarl, pers.). Hämtning och spridning utförs av en granne med engagemang i ekobyen. Urinen, som hygieniserats på fastigheterna, körs ut direkt på fältet. 20-30 kubikmeter fördelas på ca två hektar havre eller korn till foder för eget bruk. Man bredsprider och brukar sedan ned urinen. Första året spreds handelsgödsel på den del av gårdet som urinen inte räckte till. Ingen skillnad syntes då i skördeutbyte. Andra året sågs stor skillnad, urinen hade mindre verkan än handelsgödseln. År 2003 spreds 50 % handelsgödsel (NPK 20-4-8) och 50% urin på ett ställe, samt 100 % handelsgödsel på ett annat. Kvävegivan var ca 100 kg per hektar. Detta år syntes återigen ingen skillnad på de båda områdena. Det har inte gjorts några analyser av urinen, men man räknar med tre kilo kväve per kubikmeter urin. Problemet är att lyckas komma ut med urinen i rätt tid, det vill säga precis innan sådd på våren. Att sprida innan vårplöjning skulle vara en möjlig lösning menar lantbrukaren.

6.4.5 Spridningsmöjligheter i Göteborgsområdet

I de samtal med traktens lantbrukare som gjorts, framkom många viktiga aspekter som kan påverka en lantbrukares möjligheter att kunna sprida urinen på ett bra sätt. Lantbrukarnas spridningsutrustning varierar med nuvarande eller tidigare produktionsinriktning, typ av gödselhantering och areal. Det förefaller som de flesta lantbrukare med djurproduktion i området har egna spridare för stallgödsel, ibland tillsammans med en granne. Många hyr dock utrustning av någon annan lantbrukare. Stallgödseln bredsprids oftast. Till flytande gödsel används till exempel ofta en tunna med spegelspridare. Bandspridning förekommer också och det förefaller då vara uteslutande i form av släpslangsramp. Ofta handlar det då om samägd utrustning eller om lejd spridning, till exempel från en maskinstation. I Kungälvstrakten finns tre lantbrukare som gemensamt investerat i ett matarslangsystem, men användning av denna teknik verkar annars mycket ovanlig. Rent växtproducerande

gårdar har störst behov av urinens näring, men ofta har man inte någon utrustning för spridning, varken av bredspridande eller bandspridande slag.

För flera av de tillfrågade är det omöjligt att vårsprida urinen innan sådd av spannmål då marken är alltför fuktig för att bära en gödselvagn. Matarslangsteknik alternativt spridning innan vårplöjning anses vara de enda lösningarna för spridning vid denna tid. Några tillämpar vårplöjning och skulle då kunna sprida urinen inför vall- eller spannmålssådd innan plöjning i mars-april. Att vårplöja fungerar dock inte för alla lantbrukare i området då lerjorden de har kan "*smeta sig*". Ytterligare en anledning till att spridning i vårbruket inte är passart är att man har ont om tid. Många tycker att det istället vore lämpligast att sprida humanurinen på sensommaren eller hösten.

En vanlig uppfattning är att spridning på vallgröda hade passat bra hanteringsmässigt. Då vallens tjocka växttäckte ger högre bärighet än spannmålsodlad mark, fås en större tidsmässig flexibilitet för spridning. Vallspridning kan vissa år vara räddningen att få ut stallgödseln, då spridning i spannmål omöjliggörs på grund av alltför blöt jord eller tidsbrist i vårbruket.

Om spridning ska ske på spannmål anser de flesta att det måste ske då jorden är torrare – antingen i växande spannmål (juni), på arealer som ska plöjas före höstsådd, eller i samband med höstsådd (augusti-september). Spridning inför/vid höstsådd kan dock, som nämnts i avsnitt 6.4.4, ifrågasättas för flertalet grödor, dock inte oljevaxter, med tanke på att mycket av kvävet inte hinner tas upp. Att flertalet djurproducerande lantbrukare i området inte har passande spridningsutrustning för humanurin i växande gröda är uppenbart. Att investera i ny spridningsutrustning för humanurinspridning av dagens dimension är för samtliga lantbrukare orealistiskt. Möjligheten att leja in utrustning eller hela spridningen är den mest näraliggande lösningen för de flesta. Lämplig utrustning är ofta möjlig att hyra i trakten. Till exempel kan släpslangsramp hyras i området från Falköping till Väröbacka, Bollebygd och Kungälv, medan nedmyllningsaggregat finns från Horred till kustbandet (Tagesson, pers.). Även matarslangsutrustning kan finnas hos vissa entreprenörer i landet, men det är osäkert om denna utrustning kan hyras i Göteborgstrakten. Men tillgången till rätt utrustning blir också fråga om ifall vinsten med gödselns näring kan täcka de framkörningskostnader som uppstår. En lantbrukare gör bedömningen att det krävs minst 250 kubikmeter urin per tillfälle för att det skall vara lönt för honom att anlita en entreprenör för spridningen. Valet av utrustning kan också begränsas av fältförhållandena. För många är till exempel matarslangsystem otänkbart på grund av en alltför kuperad terräng.

Många lokala lantbrukare visade sig ha en alltför liten spannmålsareal för att vara säkra på att få kunna sprida humanurinen där alla år. Detta trots att den beräknade volymen urinblandning motsvarar näring till endast ca tio hektar spannmålsodling per år – vilket i många andra trakter kan anses vara en mycket liten spannmålsareal för ett jordbruk. Lantbruken i denna trakt är dock relativt små och ofta har man en större andel vallgröda än spannmål. Spannmålsarealen kan också variera från år till år med växtföljden.

6.5 Kostnader

6.5.1 Lagringskostnader

Lagringsbehållare för gödsel innebär ofta stora investeringskostnader. En marknadsöversikt över utrustning för lagring och spridning av flytgödsel och urin har gjorts av Karlsson m.fl. (1997a). Cirkapriserna för betongbehållare varierar där mellan 170 och 325 kr per kubikmeter och för stålplåtbehållare mellan 100-350 kr per kubikmeter exklusive markarbeten. En jorddamm med tätskikt av polyetenduk kan kosta mellan 40-140 kr per kubikmeter. För slutna kokongbehållare av vävarmerad PVC varierar priserna mellan 210 och 430 kr per kubikmeter, beroende av storleken på behållaren. En kokong av märket Hardi med volymen 100, 200 respektive 300 kubikmeter, kostar enligt tillverkaren ca 38 000, 57 000 respektive 73 000 kr, inklusive lock och inspektionsluckor. Installationskostnaderna är ca 15 000 kr oavsett storlek (Torstensson, pers.).

Karlsson m.fl. (1997a) har även undersökt priserna för olika täckning. Ett betonglock kan till exempel kosta 550-700 kr per kvadratmeter och ett kupoltak bestående av presenningsduk med spännband 250-400 kr per kvadratmeter. Priserna inkluderar montering. Flytande täckningar i form av polyetenduk kan kosta 125-145 kr per kvadratmeter, cellplastskivor (120 mm tjocka) mellan 106 och 110 kr per kvadratmeter. Priset för täckningsmaterial omräknat till årliga kostnader per kvadratmeter visas i tabell 5.

Tabell 5. Årlig kostnad för täckningsmaterial (Jordbruksverket, 1997)

Täckningsmaterial	Årlig kostnad, kr/m ²
Flytande plastduk	20
Tak, lock	25-40

6.5.2 Spridningskostnader

Spridningskostnaden påverkas av olika faktorer. Det tar längre tid att sprida humanurin än handelsgödsel. Då lantbrukaren ofta har ont om tid under växtsäsongen måste denne ofta väga in lägligheten, om annat arbete är mer lönsamt. Stallgödselhanteringens lönsamhet har undersökts av Fredriksson (2000).

För de tillfrågade lantbrukarna varierar tidsåtgången för gödsling med typ av utrustning. Att sprida handelsgödsel på ett hektar tar mellan 5 och 20 minuter, medan man sprider mellan 15-70 ton flytgödsel/urin per timme (en vanlig giva är 20-30 ton per hektar). En lantbrukare med matarslangsutrustning sprider ca 100 ton flytgödsel per timme, men uppger att tidsbesparingen med systemet inte är stor jämfört med annan typ av hantering då det tar tid att vinda upp slangen. Man verkar också se mycket olika på vad en ökad tidsåtgång för gödselspridning innebär.

Maskinringens priser för spridning av flytgödsel och handelsgödsel utgör en vägledning för uppkomna kostnader i form av arbete, bränsle och maskiner (tabell 6). Enligt Maskinringen Sjuhärads schablonvärden tar det ca fyra gånger så lång tid att sprida humanurin som handelsgödsel.

Tabell 6. Maskinringen Sjuhärads priser för spridning, exkl. moms. (Tagesson, pers.)

Spridningssätt	Bredd	Kapacitet	Genomsnittl. pris ^a
Bredspridning	12 m spegelspridare	1 ha/h ^b	600 kr/h
Rampspridning	12 m släpplangsramp	1 ha/h ^b	700 kr/h
Nedmyllning	6 m injicering	?	850 kr/h
Handelsgödselspridn.	12 m	4 ha/h	440 kr/h

a) Kostnad för framkörning (traktor och förare) tillkommer med 400-500 kr per timme.

Framkörningshastigheten beräknas till 40 kilometer per timme.

b) En spridningsvolym på 30 kubikmeter per hektar antas.

För entreprenadspridning med matarslangssystem debiterar entreprenadfirman Linköping Klockvik 18 kr per kubikmeter, samt en framkörningsavgift på 600 kr (kan dock variera med avståndet) (Sjöberg, 2003). Detta motsvarar ett pris på 540 kr per 30 kubikmeter.

Kostnader för flytgödselspridare på den svenska marknaden har sammanställts av Karlsson m.fl. (1997a). Priset på en pumptankvagn varierade då mellan 48 000-220 000 kr exklusive moms beroende på tankstorlek och utförande, medan priset på vakuumentankvagnar varierade mellan 50 000-970 000 kr. Att utrusta sin flytgödselspridare med en släpplangsramp i stället för en vanlig spridarplatta kostar ungefär 120 000 kr extra. Ett myllningsaggregat som kan mylla gödsel i en vall kostar ungefär 200 000 kr (LIFE, www, b). Enligt Josefsson (pers.) kostar en normalt utrustad tankvagn med släpplangsramp ca 500 000-600 000 kr.

Kostnader för markpackning vid spridning av flytgödsel har undersökts av Arvidsson (1998). Med en 13 kubikmeter spridare med boggi (ringtrycket 1 bar och 7,5 ton axellast, 12 meters spridningsbredd) beräknades kostnaderna för markpackningen vid spridning på mellanlera (30 % lerhalt) till 9,7 kr per ton spridd flytgödsel i vårbruk och 2,6 kr per ton gödsel i höstbruk. Motsvarande kostnader för spridning på sand/mojord (5 % lerhalt) var 5,2 kr per ton gödsel i vårbruk 0,7 kr per ton gödsel i höstbruk. I beräkningarna antas spridningen ske ett normalblött år på spannmål med skörden 6 000 kilo per hektar.

6.5.3 Hur kan den ekonomiska kalkylen se ut för lantbrukaren?

En kubikmeter urin kan ersätta handelsgödsel för ett värde av ca 25-30 kr, beräknat på att kilopriset för kvävet är 8 kr; fosfor 12,5; kalium 4,5 kr och svavel 12 kr. Nedan presenteras en beräkning av kostnader som kan uppkomma för lagring, spridning och markpackning, jämfört med kostnaden för inköp och spridning av handelsgödsel.

Om man vill sprida motsvarande 90 kilo kväve – vilket är en vanlig giva till ett hektar spannmål – krävs 41 ton urin, beräknat på det innehåll av ammonium (2,3 kilo per ton) som i medeltal uppmätts enligt tabell 1, samt att 5 % av kvävet avgår som ammoniak vid spridningen. Näringsvärdet i denna urin motsvarar ca 375 kilo NPKS 24-4-5-3, som i storsäck kostar 2,67 kr per kilo, exklusive moms.

Tabell 7. Beräkning av kostnader för användning av 41 kubikmeter humanurin respektive 375 kg handelsgödsel i form av NPKS 24-2-5-3 på ett hektar (kr)

	Humanuringödsling 41 m ³	Konventionell gödsling 375 kg NPKS
Inköp	0	1 000 ^a
Spridning	956 ^b	110
Markpackning, mellanlera	291 (vår) ^c	-
Summa	1 247	1 110

a) Enligt Lantmännen i Lidköping i mars 2004.

b) Rampspridning enligt Maskinringen Sjuhärads priser 2003, framkörningskostnader är ej inräknade.

c) Enligt Arvidsson (1998). Spridare å 13 m³ förutsätts.

Beräkningarna tabell 7 är baserade på grova antaganden och Maskinringen Sjuhärads entreprenadpriser. Analysen förutsätter att näringen redan har transporterats till gården och att näringsutnyttjandet är det samma för urinens ammonium som i handelsgödselns kväve. Här visas dock att kostnaderna som kan uppkomma för spridning kan vara jämförbara med inbesparingarna i form av uteblivet gödselinköp. Det finns här inga marginaler över för att täcka andra kostnader i form av lagringsbehållare och framkörningsavgifter.

Hur en lantbrukare i själva verket resonerar kring urinens alternativvärde beror av andra faktorer, till exempel hur man värderar sin tid vid spridningstillfället. Om spridning sker med matarslangsystem kan markpackning undvikas. Andra faktorer som kan påverka kalkylen för lantbrukaren är till exempel om urinen levereras i rätt tid, möjligheten att slippa späda sin gödsel med vatten innan bandspridning, samt att samtidigt få en högre näringshalt och kanske en bättre näringsbalans i gödseln. Om humanuringödslingen inte accepteras fullt ut av lantbrukarens uppköpare kan grödan betinga ett sämre pris. Vissa uppköpare betraktar idag humanuringödselad gröda som slamgödselad gröda. Betalningen för brödspannmål av högre kvalitet (Sigillmärkt) kan idag uppgå till 1,17 kr per kilo, jämfört med ca 1 kr per kg gröda som slamgödselad (Löf, www). Detta kan innebära ett inkomstbortfall på ca 1000 kr per hektar och år för lantbrukaren.

6.6 Avsättning av grödan

6.6.1 Aktörers inställning till humanurin

För en lantbrukare är det av avgörande betydelse att de som köper varorna accepterar humanuringödslingen. Även om humanurin är en produkt med andra egenskaper och riskbild än avloppsslam illustrerar utvecklingen kring slammet lantbrukares tveksamhet kring att gödsla med restprodukter från samhället. Vissa lantbrukare som gödslade med slam på nittioalet har i efterhand lidit ekonomisk skada. Efter att frågan kring huruvida slamgödsling kan innebära miljö- och hälsorisker diskuterats i media 1999 sa många uppköpare plötsligt nej till att köpa produkter från slamgödselade åkrar. Karenstiden innan man klassar marken som icke slamgödselad är ofta tio år eller mer. Andra uppköpare accepterar varorna endast för export, ofta till en lägre ersättning än vad som annars hade

varit möjligt. Det är mot denna bakgrund inte svårt att förstå lantbrukares försiktiga attityd, även de som i övrigt är mycket positiva till källsorterad kretsloppsanpassad gödsel.

Olika aktörers inställning och agerande kring återanvändning av växtnäring från avlopp har belysts närmare av Carlsson (2003) och av Berglund (2001). De flesta av de stora livsmedels- och foderföretagen uppmuntrar principiellt kretsloppsanpassning av växtnäring från stad till land, speciellt när det gäller källsorterade fraktioner. Samtidigt finns en tveksamhet kring att tillåta gödsling med organiska rester. Sedan några år pågår ett samarbete mellan aktörer inom livsmedelsindustrin, Naturskyddsföreningen (SNF), Lantbrukarnas Riksförbund (LRF), Dagligvaruhandeln och ett antal VA-verk kring projektet ReVAQ, där man öppnat upp för att tillåta viss slamgödsling. Projektet går ut på att undersöka om det går att producera ett avloppsslam av bättre kvalitet genom olika åtgärder. Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (SP) granskar och besiktigar VA-verken. (Envisys, www.lantbruketsuppkopare.se) Lantbrukets uppköpare har bildat en samrådsgrupp kring möjligheter för återförsl av organisk näring bestående av personer från LRF, Lantmännen, Arla, köttbranschen och Livsmedelsföretagen (livsmedelsföretagens branschorganisation, Li). I gruppen diskuteras främst ReVAQ-projektet, men även möjligheterna att tillåta andra restprodukter (Jacobsson, pers.).

Li har själva inte tagit ställning till humanurin, det är upp till de enskilda medlemmarna att avgöra. Li:s ansvarige tycker att urin borde återföras men att det lättaste för livsmedelsföretagen är att säga nej till allt som kan skapa oönskade konsumentreaktioner. Staten bör sätta till pengar för att utreda förutsättningarna för urinåterföring och även läkemedelsföretagen bör ta sitt ansvar. Frågetecken kring riskerna med läkemedelsrester i urinen har i det ovan nämnda branschsamrådet setts som ett avgörande hinder för en generell tillåtelse för humanurin. Detta trots att man anser att riskerna med urin bör vara mindre än för slam, både vad det gäller hygien och metaller, samt att det förmodligen finns minst lika mycket läkemedelsrester i ReVAQ-slam. Det är det kontrollsystem och samarbete med andra som finns inom ReVAQ-projektet som är det avgörande för att detta ändå kan godkännas (Johansson J, pers.).

LRF:s mål är att merparten av näringen i det organiska avfallet ska återföras inom 25 år. LRF är klara över sin syn på urinåterföring, de säger ja till användning av både detta och klosettvattnen (avloppsvattnen från enbart toaletten). LRF:s miljöansvarige, Jan Eksvärd (pers.), hoppas att man tillsammans ska kunna få fram en norm, ett dokument som säger vad som ska uppfyllas för att återföringen av humanurin och liknande avfallsfraktioner ska godkännas. Detta skulle underlätta hanteringen av ärendena både för kommuner och för uppköpare av produkter. I juli 2002 tog Li, SNF och LRF fram ett "arbetspapper" med riktlinjer, för att skapa en gemensam hållning för hur växtnäring i eller från organiskt avfall kan användas på ett bra sätt (Carlsson, 2003; Li m.fl., 2002). Humanurin utpekades här som ett jämförelsevis säkert gödselmedel, men vissa krav på kvalitetssäkring av verksamhet och produkt ställs.

6.6.2 Uppköpare av spannmål

6.6.2.1 Vilka köper spannmålen?

Den spannmålsbaserade livsmedels- och foderindustrin domineras av Lantmännen, Svenska Foder samt Cerealiakoncernen. Svenska Foder och Cerealiakoncernen ägs delvis

respektive helt av Lantmännen. Lantmännen och Svenska Foder har idag omkring 70 % respektive 20 % av marknaden. De rensar, klassificerar, torkar, förädlar och lagrar spannmål som sedan säljs vidare till kvarnar, foderfabriker, mälterier och brännerier (Agriprim, [www](http://www.agriprim.se); Svenska Foder, [www](http://www.svenskafoder.se)). Cerealiakoncernen består av livsmedelsproducenter och utgör Lantmännens största spannmålskund. Också i Göteborgstrakten är Lantmännen den dominerande uppköparen, även om rad andra finns, som till exempel Varaslätts Lagerhus och Lilla Harry Valskvarn (Jacobsson, pers.). Vissa kontaktade lantbrukare uppger även att de levererar direkt till större slutkonsumenter som till exempel Leksandsbröd. Det förekommer även ofta att man säljer spannmål direkt till hästägare och lantbrukare.

6.6.2.2 Spannmålsuppköparens inställning till gödsling med humanurin

Ansvarig på **Lantmännen Spannmål** meddelar att man inte vill stå i vägen för möjligheter att utveckla kretslopp av växtnäring. Man har inte tagit ställning till gödsling med humanurin specifikt, då det inte är så vanligt förekommande, men man ser det inte som särskilt riskabelt. För enkelhetens skull betraktar man dock humanuringödslad gröda på samma sätt som slamgödslad. Orsaken till detta är att man hanterar ett stort tal olika flöden med spannmål av olika sorter och kvaliteter. Varje flödes produkter måste samtidigt anpassas efter den kund som har strängast krav på kvalitet och odlingssätt. Stora resurser krävs att hålla isär olika flöden, därför eftersträvas så enhetliga regler som möjligt. Slamgödsling godkänns idag endast på grödor som ska bli utsäde eller gå på export, då det ofta inte är så kontroversiellt i andra länder. Om en leverantör vill odla andra grödor på slamgödslad mark gäller karenstider av olika längd, beroende på vilken slags gröda det är (Jacobsson, pers.). Möjligheter visade sig dock finnas för Lantmännen att öppna upp för leveranser av humanuringödslad gröda, vilka diskuteras nedan.

Cerealia, Lantmännens största uppköpare av brödspannmål, är positiva till återföring av restprodukter till livsmedelsproduktion. Detta förutsatt att återföringen har sin grund i ett sant kretsloppstänkande och att försiktighetsprincipen tillämpas avseende livsmedlens kvalitet och säkerhet och ett bibehållet starkt konsumentförtroende. Avloppsslam accepteras inte, ReVAQ-slam godtas dock med ett års karenstid för livsmedelsgröda. Produkter som källsorterat hushållsavfall, urin och fekalier kan godkännas för enstaka kommuner eller anläggningar, om det har sitt ursprung källsorterat, hygieniserat avfall med ursprung i livsmedelskedjan. Vidare måste flödet av råvaran kunna kvalitetssäkras och processen kunna certifieras. Ingen kontamination av råvaran får förekomma, uppföljningsprogram ska finnas och ny kunskap tillämpas löpande (Cerealia, [www](http://www.cerealia.se)). Cerealia har idag i flera fall gett sitt godkännande till återföring av restprodukter. Cerealia gör då en bedömning som remissbehandlas internt och externt före beslut om godkännande. Ett sådant godkännande är förenat med vissa krav (Börjesson, pers.).

Spannmålsuppköparen **Svenska Foder** meddelar att man i grunden är positiva till kretslopp av grundämnen men tillåter inte humanurin på leverantörernas åkrar idag (Lindqvist, pers.).

6.6.3 Köpare av grovfoder, utsäde, oljeväxter och trindsäd

Vallgrödor säljs som grovfoder i form av ensilage, hö eller grönmassa, eller som frö till utsäde. Grönmassan från en fröodling kan även nyttjas som hästfoder bland annat. Många

lantbrukare som säljer grovfoder levererar direkt till mindre lantbruksföretag och enskilda djurägare. Firman Hö & Strö (ingår i Lantmännenkoncernen) köper upp halm och grovfoder över hela Sverige och har många säljare och köpare i Göteborgsområdet. Hö & Strö meddelar att man följer Arlas ställningstagande i frågan (se nedan) (Pettersson, pers.). Konservärtor som odlas i regionen köps upp av Topp Livsmedelsprodukter. Topp tillåter inte några restprodukter på gården där deras konservärtor odlas. Skälet är främst en rädsla för att frågan skulle tas upp negativt i media, samt att deras kunder idag, bland annat i Europa, allt oftare ställer krav på redovisning av produktionsmedel i odlingen (Sundén, pers.).

Hur övriga uppköpare av utsäde, oljeväxter och trindsäd ställer sig till humanuringödslade produkter har inte hunnits utredas inom examensarbetets ram. En vägledning kring ledande uppköparens inställning till restprodukter kan fås av Berglund (2001). Svenskt utsäde köps oftast av Svalöf Weibull, ett växtförädlings- och utsädesföretag med utsädesproduktion på kontrakt hos lantbrukare. Även andra uppköpare av spannmål som Lantmännen köper utsäde. Utsädesuppköparen Svalöf Weibull tillåter användning av rötrest och andra restprodukter med väldefinierad och kontrollerad råvara (dock ej avloppsslam), om produkterna analyseras och lagstiftning följs. Oljefröuppköparen Karlshamns AB tillåter gödsling med slam under vissa premisser, vilket tyder på att även humanurin skulle kunna accepteras.

6.6.4 Mejerinäringen

Det finns idag 14 mejerier i landet, varav sju större. De flesta mjölkproducerande lantbrukare i Göteborgstrakten levererar till Arla. Arla godkänner användning av kofoder som gödslats med humanurin förutsatt att nedanstående villkor uppfylls. Sedan sju år har man en speciell förbindelse för gödsling med humanurin som mjölkleverantören får skriva på för att försäkra att villkoren uppfylls. I annat fall gäller Arlas ordinarie regler för avloppsslam (Nilsson, pers.).

- Före spridning av arealer avsedda för kofoder, ska samråd ske med Arla Medlemmar. Härvid ska dokumentation lämnas bland annat vad gäller beskrivning av avloppssystemet, uppföljning av ”Bra miljöval” och ”Svanen” och hur spridningen ska göras.
- Toalett- och avloppssystemet ska vara utformat så att det är säkerställt att inte fekalier eller andra föroreningar hamnar i urinen.
- Använda rengöringsmedel måste uppfylla kraven för ”Bra Miljöval” eller ”Svanen”.
- Humanurin får ej spridas på bete eller slåttervall.
- Urinen ska nedmyllas alternativt skall det gå minst 4 veckor mellan spridning och skörd.
- Urin från sjukhus, vårdinrättningar, servicehem eller liknande anläggningar där hög läkemedelsanvändning kan förväntas, får ej användas för gödsling av grödor avsedda för kofoder.

6.6.5 Köttbranschen

Swedish Meats svarar för huvuddelen av all slakt i landet och är även marknadsledande inom styckning och charkuteritillverkning. Detta gäller också i Göteborgstrakten. Swedish Meats har inget emot humanuringödsling och ser idag ingen anledning att säga nej om någon lantbrukare skulle fråga dem (Osmark, pers.). Ett mindre slakteri i området som tillfrågades gör samma ställningstagande som Swedish Meats (Dahlberg, pers.).

6.6.6 Hästägare och andra mindre kunder

Många lantbrukare i trakten levererar spannmål eller grovfoder till hästägare och andra mindre kunder. Även grönsaks- och bärodlare kan sälja direkt till lokala affärer och plockare. Hur dessa ser på att hantera eller konsumera produkterna får naturligtvis inte glömmas bort, men har inte undersökts i detta arbete.

6.6.7 Åtaganden för EU-bidrag för ekologisk produktion

Många lantbrukare har bidrag för ekologisk produktion för hela eller delar av sin åkerareal. De gödselmedel som står tillbuds i ekologisk produktion finns angivna i EU: s förordning EEG 2092/91. Källsorterad humanurin eller annat toalettavfall är inte tillåtet idag. Framför allt under de första åren efter EU-inträdet 1995 drev Sverige frågan att humanurin skulle tillåtas, men hos merparten av EU: s andra medlemsländer fanns vid denna tid inte stöd för detta (Frid, pers.).

6.6.8 Åtaganden för organisationer för miljö- och kvalitetskontroll

Konsumenternas krav har drivit fram organisationer som erbjuder möjligheter för miljö- och kvalitetsmärkning/-säkring av produkter och produktion. Ett sådant åtagande kan utgöra ett värdefullt sätt för lantbrukaren att finna en nisch och få ut mer för en vara, men kan samtidigt begränsa möjligheterna att gödsla med humanurin.

Certifierad ekologisk odling omfattar idag 5,5 % av Sveriges åkerareal. Organisationen **KRAV** kontrollerar att reglerna för certifieringen följs. Hela eller delar av en gård kan vara certifierad och skyldigheterna gäller bara den del som anslutits. KRAV som organisation är positiva till användning av humanurin med förbehåll att den är ren (Engström, pers.). Innan Sverige gick med i EU hade KRAV regler som tillät användning av urin och slam. I sin kontrollverksamhet måste man dock följa EU: s förordning (EEG 2092/91), vilket innebär att man inte kan tillåta humanurin. KRAV ger dock dispens för användning av humanurin och slam från den egna gården.

Svenskt Sigill är ett kvalitetsmärke för livsmedel. Av den svenska spannmål som används för humankonsumtion kommer ca 20 % från Svenskt Sigilleverantörer. Många företag/varumärken använder helt eller delvis Svenskt Sigill-råvara. De lantbrukare som levererar Svenskt Sigillmärkt råvara tecknar ett kontrakt med uppköparen (vilken har en speciell licens att handla med sådan vara) om att vissa regler ska följas. Enligt reglerna är det kunden, det livsmedelsföretag som köper den Sigillmärkta varan av uppköparen, som avgör om och när humanurin och andra restprodukter får ha tillförts skiftet, samt beslutar om eventuella dispenser. Uppköparen – det vill säga Lantmännen i många fall – meddelar i sin tur lantbrukaren vilka slam- och restprodukter får användas (Svenskt Sigill, [www](http://www.svensktsigill.se)).

Integrerad Produktion (IP) är ett miljö- och kvalitetsledningssystem som ca 35 % av potatisodlarna; 65 % av frilandsodlarna; 70 % av fruktodlarna och 70 % av växthusen är med i, varav nästan alla större företag (Grön Produktion, [www](http://www.gronproduktion.se)). IP-reglerna tillåter inte gödsling med några avloppsfraktioner idag (Christensen I, pers.). Möjligen kommer viss certifierad rötrest från biogasanläggningar samt kvalitetssäkrad kompost att tillåtas snart. Det kan finnas svårigheter att tillåta urin, troligen på grund av frågetecknen kring läkemedelsresterna.

6.6.9 Leverensvillkor

Marknaden för spannmålsprodukter har ändrats mycket på senare tid. Orsaker till detta är bland annat att uppköparna vill pressa kostnader för lagerhållning och logistik, samt marknadens högre krav på kvalitetssäkring och spårbarhet. Utvecklingen har styrts mot att en övervägande andel av grödorna odlas efter kontrakt som upprättats med en uppköpare. Vissa har kontrakt på allt de säljer, andra på enskilda grödor. Kontraktsodling innebär idag ofta en högre säkerhet för lantbrukaren att få avsättning och bättre betalt för sin gröda. Men det innebär också att det blir viktigare för lantbrukaren att uppfylla åtagande i form av produktens kvalitet (till exempel gällande proteininnehåll), kvantitet och leveranstid för att säkra en god förhandlingsposition inför nästa år. Ofta regleras inte gödslingen i kontrakten direkt men det blir viktigare för lantbrukaren att grödan håller måttet, det vill säga att veta vad man gödslar med. Bland de intervjuade lantbrukarna varierar ambitionen för att optimera gödslingen med typ och mängder av odlad gröda. En önskan om precision i gödslingen finns alltid, speciellt vid odling av vete med krav på hög proteinhalt. Att ersätta handelsgödsel med urin (eller stallgödsel) kan därför innebära en svårighet för dem som odlar mycket till avsalu med kontrakt eller andra kvalitetsåtaganden, eftersom precisionen är bättre för handelsgödsel.

En mycket liten andel gröda odlas med kontrakt som anger ett fastställt pris, som då endast påverkas av kvaliteten. Utvecklingen mot högre krav på kvalitet och insyn har också lett till att spannmålspriset som lantbrukaren får allt oftare kopplas till den enskilda affären, och köparens betalningsvilja. För att minska kostnaderna för logistik styr uppköparna alltmer mot gårdslagring av spannmål tills man hittar en kund som är redo att ta emot. Transporten kan då ske direkt mellan leverantör och kund. Man vet ofta inte vem som kommer att köpa och därför inte heller vilka krav uppköparen kommer att ställa. Kvalitetens betydelse har ökat och vissa uppköpare ställer specifika krav. Det har därför blivit viktigare för lantbrukaren undvika att använda ett produktionsmedel som inte accepteras av någon kund – allt för att hålla dörrarna öppna för att kunna få ett så bra pris som möjligt för sin gröda. Leveranserna sker i partier som ryms i en lastbil, eventuellt med släp, vilket gör att all gröda i partiet (30 ton) bör vara odlad på samma sätt. En lantbrukare beskriver förhållandena på följande sätt: *"Man måste vara öppen för allting hela tiden. Lantmännen köper inte alltid utan förmedlar, Sigillvetet gick till Belgien som barnmat fick jag veta i efterhand. Jag fick då skriva under att den inte var stråförkortad eller svampsprutad efter ett visst stadie, vilken dos, och så vidare. Säljaren förbinder sig att ta del av köparens regler. Vissa kunder är ISO-certifierade och måste köpa certifierade produkter. Svenskt Sigill är så nära man kan komma då."*

För spannmål till utsäde och livsmedel är kvalitetskraven hårda. Kan de inte uppfyllas används säden istället till foder. Man vet därför inte alltid från början om grödan ska säljas som livsmedel, foder eller utsäde vilket gör att man måste anpassa produktionssättet efter

de strängaste kraven. ”Så länge det är utsäde har det ingen betydelse hur det gödslats, men om det blir bortdömt stryks kontraktet, då får man försöka sälja det till något annat” säger en lantbrukare.

6.6.10 Möjligheter till generellt godkännande

Möjligheterna för att kunna öppna upp för humanuringödsling framöver diskuterades med ansvarig på Lantmännen Spannmål (Jacobsson, pers.). Ett sätt skulle kunna vara att få igenom ett generellt godkännande av all humanuringödsling, vilket även LRF syftar till. För Lantmännens del innebär detta att man måste få alla sina kunder (varav ca 20 st dominerande) att säga ja till humanuringödsling, med eller utan speciella villkor. Det är denna väg man gått när det gäller ReVAQ-slam. Detta slam godkänner Lantmännen nu för främst fodergrödor, med ett års karenstid innan odling av kvarns spannmål. Att driva igenom detta kan dock vara komplicerat och ta mycket tid. Godkännandet av ReVAQ-slam är en fråga som diskuteras mycket. Till sist är det ändå alltid köparen, den som Lantmännen säljer eller förmedlar till, som ska godkänna humanuringödslingen. Och om speciella villkor ska gälla förutsätter likaså att man kan nå ut till alla 15 000-20 000 leverantörer med information, vilket är svårt. Likaså innebär det att man kan behöva hantera ytterligare flöden separat. En möjlighet finns att tillåta humanurin på samma grödor som ReVAQ-slam. Något som man i princip mycket väl kan tänka sig då man anser att urinen innebär lägre risker än detta slam. Men innan det kan göras måste de ReVAQ-anslutna uppköparna ge sitt godkännande. Hanteringen kräver en arbetsinsats för att kunna följa upp vad som odlas på marken kommande år. Lantmännen vill inte stå i vägen för möjligheter att utveckla kretslopp av växtnäring, men har inte möjlighet att avsätta en heltidstjänst som arbetar med humanurinfrågan.

6.6.11 Specifikt godkännande av gödslingen

I vidare diskussioner med Lantmännen framkom att Lantmännen följer Cerelias ställningstaganden – i fråga om leverans av livsmedelsgröda. Då Cerealia är marknadsledande följer Lantmännens övriga kunder inom livsmedelsbranschen Cerealias godkännande av återföring av växtnäring från en specifik anläggning (Jacobsson, pers.). Kretsloppskontoret har ansökt om att få återföringen av humanurin från de aktuella fastigheterna godkänd av Cerealia. Tillstånd för spridning av humanurinen från fastigheterna har meddelats, under förutsättning att:

- Urinen kontrolleras med avseende på salmonella före spridning. I provet ska salmonella inte kunna påvisas.
- Metallinnehåll (kadmium) analyseras varje år i samband med att provtagning sker för bestämning av växtnäringsinnehåll.
- Information ska lämnas till berörda hushåll att urinen kommer att användas som växtnäring för odling av olika grödor, däribland livsmedel.
- Ny kunskap om eventuell förekomst av antibiotika, hormoner etc. ska implementeras. Detta innebär att när ytterligare kunskap föreligger ska urinen analyseras på dessa specifika ämnen och en riskbedömning göras.
- Fram till dess en riskbedömning föreligger avseende antibiotika och andra läkemedelsrester jämte nedbrytningsprodukter ska humanurinen inte spridas direkt

till eller i grödor avsedda för livsmedelsanvändning utan till en mellanliggande gröda icke avsedd för livsmedel.

Cerealias beslut gäller tills vidare under förutsättning att årsrapporter avseende produktkvalitet, spridd volym och spridningsplatser lämnas. All förändring i verksamheten jämfört med lämnad ansökan ska anmälas till Cerealia. I övrigt gör man ingen skillnad på vilka grödor som tillåts, året efter spridning kan även spannmål märkt med Svenskt Sigill odlas.

Beslutet innebär alltså att en karenstid på ett år ska gälla innan livsmedelsgröda får odlas. Då återstår spridning i odling av fodergröda. Vid kontakter med Lantmännen Foder visade det sig att det för att få leverera humanuringödsblad fodergröda till Lantmännen, utöver Cerealias godkännande även krävs ett godkännande från aktörer inom mjölk och foderbranschen (Helander, pers.). Lantmännen Foder uppger i sin tur att man följer Svensk Mjölk krav. Svensk Mjölk har meddelat att man godkänner spridningen om Arlas villkor följs och en förbindelse upprättas (Everitt, pers.).

6.6.12 Vad innebär uppköparnas ställningstagande för spridningen i Göteborg?

Om inte Cerealias eller Arlas villkor för specifikt godkännande följs rubriceras gödslingen idag som slamgödsling av både dem, Lantmännen och andra uppköpare. Detta kan innebära långa karenstider innan de tillåter leverans av gröda för inhemskt bruk från denna mark. Avsättning för själva grödan kan förstås hittas på olika sätt. Antingen kan man sprida till foder som används till egna köttdjur. Man kan också hitta en köpare som godkänner gödslingen. Ska grödan säljas till Lantmännen kan spridningen antingen ske på exportgröda eller utsäde. Strategin att gödsla utsädesgröda är i praktiken vanskligh då man inte vet i förväg om partiet döms ut. Spridning på exportgröda kan vara mer trolig. Lantmännen erbjuder exportkontrakt för kvarnvet och havre, där leverans sker till hamnen i Uddevalla (Jacobsson, pers.). Positivt i sammanhanget är att havre och höstvet är de största grödorna Göteborgsområdet och att mycket av regionens spannmål exporteras på grund av närheten till exporthamnen i Uddevalla. Men en förutsättning för exportkontrakt är att minst 30 ton spannmål levereras. Att uppnå denna kvantitet är inte självklart för många av traktens lantbrukare. Priset för slamgödsblad gröda kan också vara lägre än för annan gröda. Enligt Jacobsson kan de ökade direktleveranserna mellan leverantör och kund eventuellt erbjuda en annan möjlighet. När inte olika partier blandas kan Lantmännen hitta en köpare som accepterar humanuringödsling. Men det kan vara krångligt att få detta att fungera i praktiken, eftersom en planerad direktleverans ofta inte sker som det var tänkt, bland annat för att årsmånen påverkar grödans kvalitet. Vissa spannmålsslag går också i högre utsträckning genom Lantmännens siloanläggningar än andra, där det är svårt att hålla uringödsblad gröda separat. För höstvet och havre har Lantmännen lättare att styra flödena till en kund som accepterar gödslingen. För råg, rågvete, vårvete, fodervete, korn, malkorn, oljeväxter eller ärter är det svårare, och Jacobsson rekommenderar därför inte "ej godkänd" humanuringödsling till dessa grödor. På det hela taget ser man hellre att endast grödor med exportkontrakt gödslas. Direktleverans från gård förutsätter också minst 30 ton gröda.

Med Cerealias godkännande öppnas möjligheten upp för spridning på fält där livsmedelsgröda för inhemsk marknad ska odlas nästkommande år. Vad som är speciellt viktigt är att marken då inte kommer att stämplas som slamgödsblad av Cerealia eller

Lantmännen Spannmål. Spridningen kan ske på foder till avsalu, foder till egna djur, eller på exportgröda. För nyttjande på fodergröda som säljs till Lantmännen eller används till egna mjölkkor krävs att **Arlas villkor** följs. Om spridning endast ska ske på foder till mjölkkor behöver bara Arlas villkor följas, men risken finns då att det räknas som slamgödsling i Lantmännens, Cerealias och andra uppköparens ögon.

Förmodligen är det viktigt att både Arlas och Cerealias krav följs om något ska levereras till dem, Lantmännen eller andra ledande spannmåls- eller mjölkuppköpare framöver. Arlas (och därmed foderuppköparnas) initiala krav på nedmyllning innebar en betydande begränsning av avsättningsmöjligheterna då spridning i växande fodergröda starkt försvårades. Enligt Tidåker (pers.) vore ett bättre alternativ att införa krav på längre tid mellan spridning och skörd, eller på marknära spridning i växande gröda. Genom detta skulle en lika god hygienisk säkerhetsnivå uppnås som nedmyllning, utan att lika allvarligt minska möjligheten att kretsloppsanpassa urinens näring. Efter diskussion med Kretsloppskontoret var Arla villiga att jämställa kravet med en fyra veckors tidsbarriär mellan spridning och skörd (avsnitt 6.6.4).

Huruvida Svenska Foder och andra uppköpare i trakten följer Cerealias eller Arlas godkännande återstår att utreda. Sammantaget visar detta på att lantbrukarens möjligheter att välja gröda och kund kan begränsas av gödsling med humanurin. Det är därför viktigt att man tänkt igenom i förväg vad man tänker odla de kommande 10-15 åren. Detta trots att av uppköpare i allmänhet verkar se humanuringödsling som tämligen ofarligt. Att Cerealias och Arlas villkor följs är heller ingen garanti mot eventuella framtida sanktioner mot gröda från humanuringödslad mark, även om sannolikheten för detta bedöms mycket liten och blir än mindre om villkoren följs.

6.7 Lantbrukares inställning

Inom intervjuundersökningen ventilerades synen på kretsloppsanpassning av samhällets växtnäring. Även om engagemanget för frågan varierar så är de intervjuade lantbrukarna positiva till idén. Man har en genuin förståelse för naturens kretslopp av ämnen. Många minns hur man i barndomen tömde pottor i trädgårdsland och dassprodukten på gödselstacken. *"Näringen hör hemma på åkern"* är en allmän hållning. Någon pekar på att det finns ett egenvärde i kretsloppsanpassade gödselmedel, som urin. En annan betonar att miljömedvetandet hos lantbrukarkåren vuxit mycket på senare år. *"Det finns pengar i att inte slösa med gödsel, för femton år sen kunde man tänka att jag lägger på lite extra..."* Andra önskar att Ryaverkets slam skulle erbjudas igen, då man upplevt en god näringseffekt hos det kalkblandade slammet, men de flesta är skeptiska till gödsling med slam. Hos samtliga finns förbehåll i den positiva inställningen till kretsloppsanpassning – främst har man funderingar kring produktens kvalitet och hanterbarhet. Några ifrågasätter också om återföringen verkligen innebär någon miljövinst.

De intervjuade tillfrågades om de ser någon risk för obehag hos dem själva eller grannar. Tankarna varierar mycket bland de tillfrågade. Merparten verkar inte se risken för egen del som betydande i sammanhanget, *"om uppköparna godkänner det så är det ok"*. När det gäller lukten påpekar flera att även annan gödsel luktar. Några få tycker dock att lukten är viktig, att stallgödsels lukt är naturlig på ett annat sätt. Å andra sidan har ingen av de tillfrågade erfarenhet av humanuringödsling. Många av de intervjuade har grannar nära sina fält. Risken för deras obehag av lukt vid spridning ses av några som ett problem,

ibland av helt avgörande dimension. *”Om det skulle lukta på nåt sätt är man inte intresserad, då det är känslomässigt tråkigt med klagomål. Två villaområden med 30 och 40 villor finns mycket nära 70 % av marken och det blåser mot dem. Jag tror att det räcker att de vet om att det är humanurin”*. Andra med närboende grannar ser inte sådana problem.

Överlag önskas en produkt med hög näringskoncentration. Man vill att produkten ska vara analyserad, i varje lass eller med stickprov, så att någon form av garanti kan ges. Flera tar upp att man förväntar sig en homogen produkt som är lättpumpad. Att tillräckliga volymer levereras kan också vara en förutsättning för att spridningen ska löna sig.

Hygieniska risker bekymrar vissa lantbrukare starkt, men långt ifrån alla. Typ av produktion har betydelse. Främst finns en rädsla för att djuren ska kunna smittas med något – *”Kan man verkligen vara säker på att urinen är helt hygieniserad efter lagringen?”* Rädsla för egen del förekommer också. Man vill veta mer om riskerna med de virus som kan finnas. *”För egen del känns det lite otrevligt att jobba med. Det händer att man blir nerspolad med gödsel när något går sönder”* säger någon. Flertalet bedömer hur som helst att riskerna bör vara små i relation till andra risker för smittor runt omkring oss. Någon kräver att urinen ska vara hygieniserad redan när den når gården. Krav på analyser av smittämnen nämns av några. Andra betonar vikten av slutna system och marknära spridning.

Faran att grödan eller marken ska påverkas av läkemedelsrester i urinen ser de flesta inte som så stor i relation till riskerna med bekämpningsmedel och veterinära läkemedel. Men om detta skulle orsaka framtida sanktioner från uppköpare vore det allvarligt. Man kräver klara garantier från uppköparen att inget sådant kan ske, alternativt att kommunen förbinder sig att ersätta ekonomiska förluster i denna situation. De flesta verkar ha en relativt god tilltro till att endast rätt saker hamnar i toaletterna. Man bedömer inte att risken är större med offentliga toaletter, eftersom mer kemikalier ofta hanteras i hemmen. Några anser att analyser av lacknafta eller liknande vanliga hushållskemikalier bör ske.

Kvalitetsgaranti anses som viktigt, för egen del och konsumenternas. För de flesta verkar en sådan garanti innebära att analyser görs, på både näringsinnehåll, patogener och andra skadliga ämnen. Åsikten om var och när proverna bör tas, på fastighet, i bilar eller i lagringstank varierar. Flera påpekar vikten av att kommunen ser till att sorteringen fungerar som den ska på fastigheterna. Spårbarhet är en självklarhet. Någon framhåller vikten av en god kunskapsbas kring riskerna. *”Bara man har koll på att riskerna med tungmetaller, läkemedel, smittämnen och hormoner är obetydliga, det vill säga att man har tänkt till innan, är det OK. Men det krävs alltid stickprov som bör göras vid varje bostadsområde då och då.”*

6.8 Möjlig avsättning i lantbruk i Göteborgsområdet

De förhållanden som framkommit i föregående avsnitt kring hanteringsmöjligheter, ekonomi, liksom kring uppköparens och lantbrukares acceptans åskådliggör en komplex bild. Man kan konstatera att någon drivkraft för återföringen inte finns i lantbruks- eller livsmedelsled idag, även om både enskilda och centrala krafter är positiva till kretslopp. Orsaken är främst verksamhetens ekonomiska ramar och de krav lantbrukare och uppköpare känner från sina kunder.

Spannmålsarealerna är små på gårdarna närmast Göteborg. Möjligheten att passa in humanuringödslingen i den nuvarande hanteringen, i form av den utrustning som redan finns, den gröda som odlas och tidsutrymmet, visade sig vara avgörande för intresse hos många. Man vill inte ha merarbete, och inte riskera något då man inte har så mycket att vinna. En lantbrukare föreslår exempelvis: *"I maj-juni kan jag ta emot 5-600 m³, då skulle jag kunna sprida den på vallen och på stubben innan plöjning och höstsådd."*

För den som känner till stallgödselhanteringens kostnader är det inte så konstigt att hantering av humanurin (som i många avseenden liknar stallgödsel) inte är lönsammare än att köpa och sprida handelsgödsel. Enligt Fredriksson (2000) har stallgödselhanteringen i själva verket ofta en negativ lönsamhet, efter att kostnader för lagring, lastning, transport, spridning och jordpackning medtagits. En merkostnad på 10-50 kr/ton är faktiskt vanlig. Man kan därmed säga att stallgödselspridningens främsta syfte för många lantbrukare idag är kvittblivning. Men om man tar tillfället i akt att inrätta det urinåterförande systemet efter lantbrukarens önskemål kan ju lantbrukarens hanteringskostnader minskas, utan att det behöver innebära merkostnader för kommunen, till exempel genom att urinlagret förläggs nära fält.

Men det är inte bara en fråga om att hitta avsättning. Kommunen måste först och främst välja en avsättning där rätt hantering säkras så att det påbörjade kretsloppet fullföljs på ett bra sätt. På många gårdar finns inte rätt teknisk utrustning för spridning och lagring, vilket ytterst naturligtvis handlar om ekonomi. En annan begränsning som visat sig betydande i detta område är att det på många håll redan finns för mycket fosfor upplagrad i jorden. Uppköparens restriktioner för humanuringödselad gröda minskar också möjligheterna starkt. Det specifika godkännandet som ledande uppköpare gett i detta fall innebär att bara fodergröda kan gödslas. Men ur en lantbrukares synvinkel är godkännandet ändå mycket betydelsefullt, eftersom möjligheten att välja vilken gröda som ska odlas på marken i framtiden inte inskränks på samma sätt.

Trots de begränsningar som framkommit bedöms möjligheten att hitta avsättning för urinen på åkermark i Göteborgsområdet stor. Det gäller att finna en lantbrukare med passande förutsättningar, därefter att sätta sig ner och diskutera hur man kan förena kommunens och lantbrukares intressen och hur kostnader ska fördelas.

7 AVSÄTTNING PÅ GRÖNYTOR

Om inte urinen kan nyttiggöras på åkermark, vilket är kommunens avsikt i första hand, är det intressant att undersöka möjligheter för användning på annat håll. Handelsgödsel används även på grönytor som golfbanor, fotbollsplaner, liksom i parkernas rabatter. Kommunen är själv ansvarig för många av dessa, vilket kan innebära fördelen att inte blir beroende av någon utomstående avnämare. Då användning av humanurin bara har prövats i ett fåtal fall i denna verksamhet finns idag få erfarenheter att luta sig mot. Jämfört med användning i lantbruk uppstår här också en del annorlunda förutsättningar, gällande till exempel luktsens betydelse, smittvägar och tekniska lösningar.

7.1 Användning på golfbana

Detta avsnitt baseras främst på telefonsamtal med följande personer: Maria Strandberg, banutvecklingschef vid Svenska Golf förbundet (SGF); Kim Sintorn, SGF:s bankonsulent på västkusten; Anders Weinemo, greenkeeper på golfbanan i Timrå; Gunnar Degerman, LP Entreprenad som utför gödsling av golfbanor i Göteborgsområdet, samt Bror Hildingsson, säljare på Granngården Park & Mark. I texten refereras dessa endast med efternamn.

Av Sveriges närmare 500 golfbanor finns ca 25 i Göteborgs golfdistrikt (SGF, www.klubbhuset.se). Golfbanor förvaltas ofta av en klubb och på många håll arbetas med miljöanpassning av banorna. I samband med detta används behandlat avloppsvatten för bevattning på flera håll, både i renande och vattenbesparande syfte (Svenska Golf förbundet, 2000).

7.1.1 Gödsling av golfbanor

Enligt Strandberg består en golfbana nästan alltid av cirka 20 hektar spelytor och 50 hektar naturmark. Greener (där hålen finns) och tees (där man slår ut) upptar 1,5-2 hektar, medan fairway (området där emellan) upptar ca 18 hektar. Gödslingen anpassas efter jordprover och behovet av gödsel varierar något med växtsäsong och skötsel. Greener och tees tillförs ca 150-300 kg kväve och kalium per hektar och år. Givan till fairways varierar mellan 0-200 kg kväve per hektar och år, bland annat beroende på om gräsklippet lämnas kvar. Enligt Hildingsson motsvarar årsgivan till fairways ofta 100-130 kg kväve, 25-30 kg fosfor, 75-100 kg kalium per hektar. I början på säsongen ges mer kväve och mindre kalium, mot slutet blir av säsongen det motsatta, eftersom kalium hjälper gräset att övervintra. Enligt Svenska Golf förbundet (2000) tillförs inte mycket fosfor då detta tillförts i samband med anläggning av banan.

Greener och tees sköts ofta på liknande sätt. Här krävs en mycket noggrann skötsel och man vill uppnå en hög precision i gödslingen. Enligt Hildingsson gödslas greener ofta varannan vecka med små doser medan fairways brukar gödglas tre till fyra gånger per säsong. På greener och tees används idag flytande medel i 25-50 % av fallen, men på fairways används uteslutande pelleterade medel. Enligt Degerman används idag inte några flytande gödselmedel alls på golfbanorna i Göteborg.

Inom golfen finns olika skolor, de som tycker man ska använda långtidsverkande gödsel, och de som vill sprida ofta med snabbverkande medel. Sintorn tycker att det senare är bättre då effekten från långtidsverkande medel är temperaturberoende. Enligt Strandberg eftersträvas ofta en långsamverkande gödsleffekt, för att spara arbete och för att gräset

kanske mår bättre av långsammare gödsel. Många gödselmedel, både de fasta och flytande, innehåller idag en långsamverkande och en snabbverkande del.

Gödslingen kan utföras av anställda eller entreprenörer. Pelleterade medel sprids ofta med en cyklonspridare driven av en mindre traktor. Flytande gödselmedel sprids med en sprutramp som matas från en 0,2-0,3 kubikmeters tank (Degerman). Denna volym gödsel räcker till hälften av greenerna (nio hål), man behöver därför inte fylla på tanken mer än två gånger per spridning. Sprutaggregatets munstycken går att byta ut för varierad droppstorlek. Marknära spridning, ca 2 cm ovan mark, kan fås med en så kallad handspruta. En annan typ av maskin, Ransomes Envirojet, som kombinerat luftar gräsvålen och sprider flytande gödsel finns i 5-10 exemplar i Sverige (Weinemo). Enligt Strandberg förekommer det också att flytande gödsel sprids via bevattningssystemet. På en 18-hålsbana åtgår ca 20-25 000 kubikmeter vatten per år, men torra somrar kan hela 5000 kubikmeter per vecka behövas (Svenska Golfbundet, 2000).

7.1.2 Erfarenheter av gödslingsförsök

Försök med gödsling med humanurin utfördes av Weinemo på Timrå golfbana sommaren 2001. Fyra kubikmeter urin hämtades från en skola i slutna plastbehållare som rymmer en kubikmeter. Urinen späddes med en del vatten och spreds sedan på fairways under fem månader, på en yta av 200 kvadratmeter, med tre till fyra veckors mellanrum. Detta motsvarar 240 kg kväve per hektar, uppdelat på ca 40 kg per spridningstillfälle. Effekterna av följande behandlingar jämfördes:

1. Gödsling med pelleterat handelsgödselmedel.
2. Uringödsling med en vanlig spruta med en 6 meter bred ramp, från ca 20 cm höjd. Urinen spreds som droppar respektive dimma. Vädret var oftast torrt.
3. Uringödsling med Ransomes Envirojet injektionsspruta. Urinen leds från en tank på 730 liter via en högtryckspump (ca 300 kg per cm) vidare via en ramp med femton munstycken på en höjd av ca 2 cm över marken. Det höga trycket och de fina hålen i munstyckena skapar vattenstrålar som tränger ner 10-15 cm i marken. Vädret var varierande.
4. Ingen gödsling.

Effekten bedömdes okulärt, genom att Weinemo tittade på gräsets tillväxt, färg, samt hur mycket gräsklipp som låg kvar efter klippning. Tillväxten var den samma eller kanske något lägre där humanurin injekterats, jämfört med den handelsgödslade ytan.

Handelsgödselns näring gav till en början något snabbare effekt än urinens men efter något tag syntes det ingen skillnad. Där urinen spridits med sprutramp syntes däremot ingen gödseffekt alls. Inga synliga brännskador noterades. Lukten kändes under ungefär en halvtimme efter spridningen.

7.1.3 Passar urinen som gödsel?

En stor mängd handelsgödsel tillförs på golfbanorna. På greener och tees motsvarar kvävemängden ofta mer än en dubbel giva till spannmål! Resultat av gödslingsförsök i Timrå tyder på att humanurin – i alla fall med viss spridningsteknik – kan ersätta denna med god gödslingeffekt. Faktumet att kväve och kalium tillförs i lika stor mängd, men

fosfor kanske inte alls, innebär att urinens sammansättning av näringsämnen ofta inte är passande. Kalium kan förmodligen kompletteringsgödslas, vilket inte behöver innebära merarbete då urinen troligen ändå inte kommer att kunna ersätta hela gödselbehovet på en och samma golfbana. Betydligt allvarigare är om urinens fosfor inte kommer till nytta.

Sintorn bedömer att urinens saltinnehåll inte är något problem för gräset då detta inte är saltkänsligt. Man har på golfbanor erfarenhet av att blanda ammoniumsulfat med vatten vid flytande gödsling. Detta är intressant då humanurinen också innehåller stora mängder ammonium. Oftast är dosen 20 kg kväve per hektar (man blandar i 75-100 kg av medlet N 21 per kubikmeter vatten). Maximal dos är då 30 kg kväve per hektar och gång, eftersom det annars finns risk för brännskador. Troligen gäller samma gräns för urinen. Enligt Hildingsson utgör nitraten i pelleterade medel också brännskaderisk, därför undviks de ibland på greener. Då man vill ha mycket hög precision på greener och tees bedömer Strandberg att det är svårt att använda urinen där. Däremot tror hon att urinen kan ersätta en del av gödselbehovet på fairways. En liknande bedömning görs av Weinemo, medan Sintorn menar att även greener och tees kan vara aktuella.

Strandberg funderar över om man inte skulle kunna blanda urinen med något långsamverkande medel för att få ner spridningsfrekvensen. Detta är en intressant fråga som återstår att utreda närmare. Vidare diskuterades möjligheten till att nyttja urinen i golfklubbarnas komposter. På golfbanor och i parker finns ofta komposter med hög andel löv och kvistar. Till dessa tillsätts handelsgödsel i form av urea för att få rätt näringsbalans för kompostens bakterier. Urinen skulle kunna ersätta detta handelsgödselkväve samtidigt som övriga näringsämnen byggs in i komposten. Då mycket kväve i slutändan avgår till luften i komposteringsprocessen skulle detta innebära att mycket av urinens kväve gick förlorad. Denna kväveförlust uppstår naturligtvis även om handelsgödselkväve tillsätts.

7.1.4 Vilken spridningsteknik är möjlig?

Den teknik för flytande gödselmedel som oftast finns att tillgå är de **sprutaggregat** som används på greener och tees. Av flera skäl är det dock tveksamt om denna typ av teknik kan fungera för spridning av urin. En utmaning består i att lyckas få ut rätt mängd urin per kvadratmeter. En tank på 0,2-0,3 kubikmeter rymmer urin till endast ca 300 kvadratmeter om kvävegivan är 25 kg per hektar. Man måste då fylla tanken mycket ofta. Dels är frammatningen till sprutan anpassad för gödselmedel som är ca tio gånger mer koncentrerade är humanurin. Med spruta är enligt Sintorn svårt att få ut mer än en kubikmeter per hektar och gång. Detta skulle innebära att man får sprida 30-50 gånger per år för att få ut totalt 100 kg kväve per hektar. Weinemo tror dock att tillräcklig justering av sprutan är möjlig med hjälp av större droppmunstycken, högre tryck och låg fart på traktorn.

Med sprutaggregat finns en stor risk för ammoniakavgång. Då droppstorleken är liten och urinen fördelas ovanpå stråna kommer merparten av kvävet att avgå till luften – något som resultaten i Timrå tydligt talar för. Troligen kan inte problemet avhjälpas tillräckligt med aggregat för marknära och större droppar. Vid spridning i regn eller i samband med bevattning kan förlusterna förmodligen undvikas, men en sådan strategi är knappast tillämpbar i praktiken. Vid spridning av ammoniumsulfat fås enligt Sintorn inte någon hög ammoniakavdunstning. Orsaken är att pH inte är så högt i denna gödsel som i humanurinen, varför inte ammoniak bildas lika lätt. En möjlig lösning kan vara att sänka

urinens pH innan spridning med syra. Viktiga aspekter i ett sådant sammanhang är förstås hur hantering av syra skulle kunna ske, ekonomi och urinens gödselegenskaper efter tillsatsen. Kostnader för pH-justering av urin med syra har beräknats av Bergström m.fl. (2002).

Enligt Jönsson (pers.) kommer troligen urinens kristaller av struvit att sätta igen sprutmunstycken och filter. En lösning kan vara att ersätta aggregatets sprutmunstycken med korta släpslangar. Svårigheterna med att få ut rätt mängd kvarstår dock. Kanske kan **lantbrukets spridare** användas på fairways. Enligt Weinemo är en tio kubikmeters tankvagn för flytgödsel förmodligen för tungt. Med matarslangteknik (avsnitt 6.4.2) kan detta problem undvikas. Tekniken är inte helt främmande på golfbanor då det förekommer att luftningsmaskiner matas med vatten via en slang från ett vattenuttag.

Spridning med **luftningsmaskinen** Envirojet framstår enligt försöken ovan som en möjlighet. Tidsåtgången för spridning med luftningsmaskinen är stor jämfört med att sprida handelsgödsel, kanske en vecka jämfört med en halv dag. Men då urinen sprids samtidigt som banan ändå luftas sparas tid. Envirojeten som använts i Timrå är därför den enda möjliga teknik som han kan se för humanurin. Weinemo såg inga problem med igensättningar av struvit i denna maskin. Däremot noterades att urinen har en något större korrosiv verkan än andra flytande gödselmedel. Sintorn är tveksam till gödsling med Envirojet. Han menar att det är bättre att placera gödseln på gräset och vattna ner den, eftersom gräset har grunda rötter. Enligt Weinemo måste urinen myllas då man ”*inom golfen är rädda om gräsyterna*”. Orsaken till denna bedömning om att myllning skulle vara bättre för gräsets kvalitet är okänd, men intressant.



Figur 19. Envirojet.

På många banor, speciellt de nyare, finns **bevattningsanläggning** även för fairways. Det är inte vanligt men förekommer att man gödslar via spridarna, bland annat i USA. Strandberg anser att tekniken kunde vara intressant att pröva för humanurin, men är tveksam kring möjligheterna att uppnå en jämn gödsling, samt om inte för mycket ammonium skulle kunna avgå. Möjligheten att sprida via bevattning på fairways kan också begränsas av restriktioner på vattenuttag i framtiden. Degerman är tveksam till om gödsel i bevattningssystemen tillåts idag. Tryckförhöjningspumparna bildar ett högt tryck och gödseln skulle kunna komma ut i kommunens vattenledningar om något går fel. Weinemo bedömer att spridning via bevattningssystem är omöjligt på grund av lukt.

7.1.5 Ekonomi och acceptans

Att sprida pelleterad gödsel i stället för flytande innebär på golfbana liknande ekonomiska fördelar som på åkermark. Detta är förmodligen skälet till att fasta medel idag är vanligast på fairways stora ytor. Då urinen är ett snabbverkande gödsel måste man sprida denna oftare och i mer uppdelade doser än om pelleterade produkter med en långsamverkande del används. Om Envirojet används, skulle tidsåtgången kunna fås ned tillräckligt om en bredare ramp, med 30-40 munstycken istället för 15, skulle nyttjas menar Weinemo. Den stora fördelen, förutom för miljön, är att urinen är gratis.

Den lukt som uppkom vid injekteringen i Timrå lade sig efter någon halvtimme. Inga reaktioner kring detta hördes från spelarna. Weinemo tror dock att spelarna är känsliga för lukt i samband med humanuringödsling. Men allra främst tror han att de har synpunkter kring hur golfbanan påverkas av gödslingen, speciellt när det gäller greenerna som *"sköts som spädbarn"*. Banans chef och medarbetare såg positivt på försöken. Weinemo meddelar dock att det, innan det kan bli en fortsättning på försöken, krävs att ledningen på golfklubben är mer intresserad av miljövänligare metoder.

Strandberg bedömer inte att det finns så stora problem när det gäller acceptansen hos spelarna, förutsatt att det är säkert och inte medför obehag. De flesta är måna om natur och miljö. Idag används slam från reningsverken i anläggningsjord, det ingår i hela växtbädden och har gett ett gott resultat för etablering. Man har inte hört några protester från spelarna angående detta. Det är vanligt att spelare slickar på bollarna, för att de ska bli helt rena. Av bland annat detta skäl är det förstås viktigt att spridningen föregås av en informations- och utbildningssatsning.

7.2 Användning på fotbollsplan

Undersökningen grundas på samtal med ett fåtal personer. En intervju genomfördes med Conny Boman, arbetsledare för den personal som bland annat sköter planerna i Göteborgs Centrum. Information har även fått via samtal med Lars-Arne Hellkvist och Lars Erik Davidsson, båda verksamma inom Rönnängs IF där gödsling med humanurin har prövats på en fotbollsplan.

Göteborgs Stads förvaltning "Idrott och Förening" förvaltar och driver verksamhet vid kommunens idrotts- och motionsanläggningar. Verksamheten är uppdelad på fyra idrottsenheter, Centrum, Öster, Väster och Hisingen. Totalt finns ca 45 gräsplaner i staden varav de flesta är 11-mannaplaner. För vissa av planerna kan konstgräs bli aktuellt framöver. Idrott Centrum har tre gräsplaner i sitt distrikt, Majvallen, Slottsskogsvallen och Mossens idrottsplats. Varje plan utgör ca 6 500 kvadratmeter. Säsongen börjar i mitten av april och slutar i slutet av oktober. Man har mest verksamhet på Slottsskogsvallen då detta även är en friidrottsarena. Här tränas fotboll och friidrott under ca 200 respektive ca 300 timmar per säsong, fördelade på varje dag i veckan om vädret tillåter.

7.2.1 Gödsling av fotbollsplaner

Omkring 35 personer sköter planerna i centrum. Klippning sker tre gånger per vecka och gräset lämnas kvar. Varje år analyseras jorden och inköpen av gödselmedel anpassas behovet. Gödseln till stadens planer köps gemensamt från Granngården, vilket i viss mån påverkar vad som används då mycket av samma sort blir billigare. Främst åtgår NPK 21-3-

10, men även NPK 11-5-18, NK 20-15 och N 28. Man lägger på när gräset tappat färg. På våren ges NPK-mikro på för en god start, sedan ges ren NPK. Boman tror att den totala åtgången av kväve, fosfor och kalium på de tre planerna motsvarar ca 300 kg per månad av medlet NPK 21-3-10. Enligt Hildingsson gödslas fotbollsplaner i allmänhet på samma sätt som golfbanornas fairways. Årsgivan är 100-130 kg kväve, 25-30 kg fosfor, 75-100 kg kalium per hektar, och fördelas på tre-fyra tillfällen. Även här ges mer kväve början av säsongen, och mer kalium i slutet.

För att sprida handelsgödseln används en traktor och en cyklonspridare med ett pendlande rör som slänger ut gödslet ca tio meter brett. En jämn spridning uppnås och det syns om man missar någonstans. Man brukar köra alla tre planerna på samma dag och passar på när det regnar för att undvika att det bränner i gräset. Man planerar spridningen så att inte mindre barn ska använda planen precis efter, eftersom de skulle kunna få i sig kornen.

7.2.2 Erfarenheter av gödslingsförsök

Gödsling med humanurin har prövats på Rönnängs IF:s fotbollsplan. Planen som mäter 100*65 meter gödslas vanligen ca tre gånger per säsong med pelleterad gödsel. Man eftersträvar att hålla nere mängden gödsel för att slippa klippa så ofta. Gödsling sker tre gånger per år – på våren, inför sommaruppehållet och på sensommaren. På planen finns ett bevattningssystem med tolv sprinklers som är kopplade till två tankar med en total volym på 40 kubikmeter som fylls med kommunalt vatten. Trycket är högt i systemet och 40 kubikmeter sprids på en timme. Vattendropparna kastas ca 20 meter bort som längst, om det inte blåser.

Humanurinen sprids med bevattningssystemet under två säsonger. Allt sprids vid ett enda tillfälle respektive år, inför sommaruppehållet på två till tre veckor. Humanurinen från ett närbeläget bostadsområde kördes dit i tankbilar och blandades med vatten i tankarna, troligtvis blandades ca 20 kubikmeter urin med ungefär lika mycket vatten. Någon analys hade inte gjorts på urinens näringsinnehåll men gödseffekten var utan tvekan god. Man var rädd för att lukt skulle uppstå, då ett sommarstugeområde finns i närheten men lukten var knappt märkbar. Någon ytterligare bevattning på grund av lukt behövdes inte efter spridning, det luktade inte mycket. Det senare året uppkom snömögel, vilket de inte haft problem med förr. Snömöglet kom på hösten vilket var märkligt då det brukar komma på våren annars. Problemet kan ha uppkommit på grund av att det var för mycket kväve i urinen, då en hög giva sent på säsongen kan öka risken för snömögel, särskilt om beståndet blir kraftigt.

Några problem med sprinklersystemet noterades inte. Enligt Hellkvist är förmodligen inte faran för igensättning stor eftersom så mycket vatten pumpas ut under högt tryck. Varje år töms ledningarna på vatten med tryckluft, vilket också kan ha en rensande effekt.

7.2.3 Kan urinen ersätta dagens gödsel?

Dagens tillförsel av gödsel visar att det finns ett behov av humanurinens gödsel på gräsplanerna. Centrums tre planer tillförs varje år gödsel motsvarande 100-275 kubikmeter urinblandning, beräknat på urinens kväve- respektive fosforinnehåll. Behovet av precision i gödslingen kan innebära en svårighet, om inte spridningsteknik kan hittas.

Idag finns ingen utrustning för flytande gödsel på fotbollsplanerna, men en entreprenör som sköter spridningen skulle kunna vara en möjlig lösning tror Boman. Tekniken med spridning av humanurin med **luftningsmaskin** som prövats på Timrå golfbana skulle förmodligen fungera bra även på en fotbollsplan. Fotbollsplanerna i Göteborg ytluftas (ca 5 cm) fem-sex gånger per säsong. Att luftning av fotbollsplaner sker ofta och under själva växtsäsongen talar för att spridning av humanurin skulle kunna samordnas med ytluftning, förutsatt att den rätta utrustningen finns. De luftningsmaskiner som används i Göteborg kan enligt Boman inte sprida gödsel.

Spridning via **bevattningssystem** verkar vara en möjlig metod med hänvisning till försöken i Rönning. Man har inte använt gödsel i bevattningssystemet i Göteborg, men enligt Boman förekommer det på andra håll. Under planerna i Göteborg finns ett nedgrävt sprinklersystem med spridare på sammanlagt åtta punkter per plan. Spridarna roterar sakta runt med ett lätt regn som överlappar hela planen. En i taget går på, då pumpen annars inte skulle orka. Vattnet kommer här från kommunens nät, men på vissa håll används sjövattnet. Bevattningen sker automatiskt, de ställer in systemet på kvällen och sedan sker bevattningen på natten. Rören som leder fram vattnet är nedgrävda på 50 cm djup och har en diameter på ca 30 mm. Boman tror att samma maskiner och bevattningsutrustning används i hela Göteborg och – med få undantag – i hela Sverige. Förmodligen är det svårt att uppnå den precision i gödslingen som krävs vid spridning via bevattningssystemet.

Då urinen antagligen inte motsvarar gödslingsbehovet i rätt balans så skulle man vara tvungen att komplettera med handelsgödsel, vilket skulle innebära att två olika gödselsystem. Boman bedömer att det skulle kunna krävas stora investeringar för att få hanteringen att fungera.

Boman vet att urin innehåller ”*rätt grejer*”, men undrar över lukten som skulle uppstå. Tanken på att de som spelar ofta ramlar och får sår gör också att tanken på uringödsling känns lite motbjudande menar han. Om det skulle provas skulle behöva föregå med massiva informationskampanjer och garantera allmänheten att det inte medför några problem i form av lukt eller hygieniska risker. Boman påpekar att fotboll drar till sig massmedia vilket han tror kan vara ett problem i sammanhanget. Men om hygienfrågan och luktfrågan skulle kunna lösas är det främst en ekonomisk fråga.

7.3 Användning i parker

I Göteborg finns ett stort antal parker och rabatter där gödselmedel används. Kan humanurinen utgöra ett intressant alternativ? Den här undersökningen bygger på intervjuer med ansvariga för några av stadens mest välkända parker: Trädgårdsföreningen, Slottsskogen och Botaniska trädgården. De flesta av stadens grönområden och planteringar i parker och på gator och torg sköts av Park- och Naturförvaltningen på Göteborgs Stad. För Botaniska trädgården ansvarar Västra Götalands Region i samarbete med Göteborgs Universitet. Undersökningen bygger främst på intervjuer med tre personer vid två tillfällen. Den första intervjun genomfördes med Per Åberg, intendent vid Park- och Naturförvaltningen och Peter Svensson, trädgårdsmästare i Trädgårdsföreningen. Den andra intervjun gjordes med Gerben Tjeerdsma, 1: e trädgårdsmästare i Botaniska Trädgården.

7.3.1 Trädgårdsföreningen och Slottsskogen

Trädgårdsföreningen i centrala Göteborg är ett område på cirka åtta hektar. Här finns många utomhusplanteringar och fem växthus som erbjuder ett urval av växter från olika typer av klimat. Växterna är sommarblommor, perennplanter, prydnadsväxter och buskplanter. På ett helt år beräknas omkring 450 000 personer besöka parken. Den dagliga skötseln utförs av två årsanställda, två säsongsanställda och två sommaranställda. Dessutom hyrs entreprenörer in för skötsel av gräsmattor, bevattning och trädvård.

Slottsskogen är ett grönområde på 137 hektar. Uppskattningsvis passerar 2,5 miljoner personer igenom parken årligen. Park och Naturförvaltningen har två helårsanställda och sex sommaranställda för parkens skötsel. Förutom detta anlitas entreprenörer. Av gräsytorna sköts 22,4 hektar.

7.3.1.1 Gödsling och bevattning

I Trädgårdsföreningen används gödsel i Rosariet, på gräsmattorna, i perennrabatterna och på sommarblommorna. I Rosariet krävs en balanserad gödsling för att locka fram så mycket blommor som möjligt. Här används främst fasta organiska medel med relativt låg andel kväve, som till exempel benmjöl. Gödsling med den kvävestarka humanurinen är därför inte aktuellt här.

Åtgången av gödsel i perennrabatter beror mycket av vilken jord som använts vid planteringen. I trädgårdsföreningen grundgödslas jorden på våren med organiska gödselmedel, till exempel kogödsel berikad med hönsgödsel, vilket gör att den har en god näringsstatus från början. Näring måste dock tillsättas i perennrabatterna då och då under resten av säsongen. Vid denna tilläggsgödsling tillförs Chrysan (NPK 8-4-6), som är ett organiskt baserat gödselmedel och har både snabb och långvarig näringsverkan. Regniga somrar då näringen lätt lakas ur används också det flytande organiska gödselmedlet Bio-bact (NPK 2,6-0,8-1,7). Urnor gödslas med Osmocote som är ett medel med granulat som specialdesignats för att vara långsamverkande. Bevattning av rabatter sker förhand med kanna.

Årsluks sommarblommor finns också i parkens rabatter och urnor. Då de blommor hela sommaren kräver de mer näring än perenner. Sommarblommorna sköts idag av en entreprenör, i likhet med de flesta andra av stadens planteringar, men enligt trädgårdsmästaren gödslas dessa troligtvis också med Chrysan eller liknande medel. Gräsmattorna som upptar fyra hektar i gödslas idag av entreprenören Utetjänst. Handelsgödsel sprids här två till tre gånger per år då slitaget är stort. Gräset vattnas regelbundet nattetid med ett fast automatiskt sprinklersystem, till viss del med vatten från vallgraven.

I Slottsskogen sker gödsling sparsamt, i genomsnitt vart fjärde år av någon av stadens tre-fyra entreprenörer för skötsel av grönytor.

7.3.1.2 Kan urinen ersätta dagens gödsel?

Den gödsel som köps in till Trädgårdsföreningen utgörs främst av pelleterad hönsgödsel och Chrysan, motsvarande en pall (500 kg) av varje per år. Den sammanlagda näringen i denna gödsel uppgår till i storleksordningen 50 kg kväve, 30 kg fosfor och 50 kg kalium (beräknat på att hönsgödselns näringsinnehåll är NPK 5-2-4 och Chrysans NPK 8-4-6).

Detta motsvarar kväveinnehållet i omkring 20 kubikmeter urin och fosforinnehållet i hela 100 kubikmeter urin. I princip kan näringen i denna organiska gödsel ersättas med urin, men mullämnen måste då ändå tillföras för att ge jorden en god struktur. En mindre näringsrik jord av komposterade växtdelar skulle förmodligen kunna användas till detta. Detta förutsätter också att gödsling sker något oftare då urinen är mer snabbverkande. De flesta gödselmedel som används har en lägre andel kväve relativt fosfor och kalium än humanurinen (om den lagrats på rätt sätt). Detta behöver inte utgöra något avgörande hinder för uringödsling då man kan styra givan efter det ämne som först uppfyller behovet och sedan särskilt tillföra de näringsämnen som fattas.

Idag används endast en mycket liten mängd flytande gödsel, vilket gör att man inte är van att hantera flytande gödsel i större mängd. Men om gödsling kan ske enkelt med hjälp av bevattningssystem eller liknande är det lättare att överse att gödsling eventuellt måste ske oftare. Enligt trädgårdsmästaren är gödsling via bevattningssystem en möjlighet, detta tillämpas bland annat på plantskolor. En pump till gödseln kan kopplas in på ledningen med vilken man kan styra givan. Då man idag endast vattnar med kanna krävs investeringar i ny utrustning för detta. Om vissa urnor eller rabatter ändå måste vattnas för hand kanske urin kan blandas i utan merarbete. Spridning med traktorer på gräset bedöms som tekniskt möjligt. Trädgårdsmästaren tror inte det behöver innebära körskador eftersom speciella gräsdäck finns.

När det gäller ekonomin nämner man att kostnad för arbetstid och utrustning kan öka. Men handelsgödsel kostar förstås. Allt måste vägas samman. Den ekonomiska aspekten inte är att förringa. Det är sällan saker som medför ökade kostnader görs spontant, det måste i så fall komma som direktiv ovanifrån menar de intervjuade. Man ser inga tekniska hinder att använda urinen om man får till ett samarbete med andra förvaltningar för att lösa dessa bitar. Acceptansfrågan är den avgörande. Besökarna brukar vara känsliga för lukten från hönsgödseln som luktar fränt och länge och man undrar över lukten som uppstår av humanuringödsling. Man tror att bara vetenskapen om att humanurin använts skulle räcka till för att folk skulle äcklas. Slottsskogen och Trädgårdsföreningen är de mest välkända och välbesökta parkerna i stan. – *”Kanske kan man sprida i andra parker där man inte har så mycket fokus på sig?”*

Möjligheterna att sprida urinen i Slottsskogen behandlades mycket översiktligt i intervjun. Man konstaterades att spridning på gräsytor inte var aktuellt heller här då behovet är litet och gräsytor används för rekreation.

7.3.2 Botaniska trädgården

Botaniska trädgården är en av Europas största parker i sitt slag. Av totalt 175 hektar odlas ca 20 hektar, resten är naturreservat. Trädgården ingår i Västra Götalands Regions verksamhet där man utgör en egen förvaltning med egen politisk styrelse. Botaniska Trädgården har en koppling till Universitetet, de har en prefekt och studenter undervisas här. Med 650 000 besökare per år är man en av de mest välbesökta attraktionerna i Västsverige, efter Liseberg och Ullared.

I den odlade delen av trädgården finns en mängd utomhusplanteringar, amplar, krukor och urnor med totalt ca 16 000 arter. Här finns bland annat en klippträdgård på några hundra kvadratmeter med vilda arter från hela världen, och en koloniträdgård med grönsaker i skiftesbruk. Man har även flera växthus med drygt 4 000 olika exotiska arter, däribland

tropiska nyttoväxter och orkidéer. Botaniska trädgården driver även palmhuset som ligger i Trädgårdsföreningen. Under högsäsongen arbetar 35-50 personer i Botaniska, av vilka omkring 35 är fast anställda. De anställda är indelade i målstyrda grupper som handhar var sitt område, till exempel kulturväxter, vilda växter, träd och tropiska växter. Varje grupp är experter på sitt område och planerar arbetet med gödning och annat själva.

7.3.2.1 Gödsling och bevattning

Gödsel tillförs främst i rabatter och krukor, i klippträdgården, i koloniträdgården samt i växthusen. Det största behovet täcks av stallgödsel som fås gratis från djuren i Slottsskogen. Man köper även in mycket näringsrik jord. Med denna framställs egna blandningar med jord från den egna komposten.

Till sommarblommor i rabatter, krukor och amplar (totalt ca 100 kvadratmeter) används förutom stallgödsel även tre olika sorter av medlen Osmocote (långsamverkande gödsel) och Rika (svag snabbverkande NPK). Rika ges efter behov under växtsäsongen, utblandat med vatten. I klippträdgården (ca 200 kvadratmeter) används främst Chrysan, samt lite benmjöl. I koloniträdgården (ca 200 kvadratmeter) används uteslutande stallgödsel. I växthusen krävs en mycket noga kontrollerad näringstillförsel, då många av växterna som odlas här är känsliga och ovanliga. Det flytande gödselmedlet Rika används, en kontrollerad mängd av medlet blandas med kranvatten. På gräsmattorna sprids blåkorn, en fast form av NPK, men i mycket liten mängd då man vill undvika att klippa för ofta och då gräsklipppet lämnas kvar.

Handelsgödselkväve i form av urea tillsätts även idag i ettårskomposten, för att öka kväveinnehållet och få fart på processen. Komposten består av ca 100 kubikmeter trädgårdsavfall. Man vill ha upp temperaturen så att ogräsen dör. Tjeerdsma vet inte ännu hur mycket urea som brukar användas, då han nyss tillträtt tjänsten.

All gödsling utomhus sker förhand. För transport av gödsel och annat används små lasttruckar och en minitraktor med släp. Inne i växthusen vattnar man förhand med en Gewa-blandare som blandar kranvatten med gödselmedel. Gewa-blandaren används också för den begränsade gödselbevattning som sker på sommarblommor.

Det finns ett automatiskt bevattningssystem ute, som täcker i stort sett allt utom gräset som inte vattnas alls och urnorna som vattnas med kranvatten från en slang. I systemet används bara vatten, systemet kan inte styras på det sätt som är nödvändigt för att föra ut flytande gödsel.

7.3.2.2 Kan urinen ersätta dagens gödsel?

Även i denna park används främst långsamverkande, fasta organiskt baserade gödselmedel. Uppgifter om tillförda mängder näring har inte kunnat fås, men mängden inköpt konstgödsel är enligt trädgårdsmästaren liten. Flytande gödsel ges endast som punktbehandling ibland i form av medlet Rika, till exempel på sommarblommorna när det regnar mycket. Denna näring skulle förmodligen relativt enkelt kunna ersättas av urin då den har ett liknande sammansättning och verkan. Men mycket små mängder skulle gå åt, uppskattningsvis motsvarande två till tre kubikmeter urinblandning.

En annan möjlighet som diskuterades var att använda urinen i koloniträdgården. Här arbetar en person med odling av främst köksväxter i skiftesbruk. I ett tio kvadratmeters

växthus finns tomater och paprika som vattnas en till två gånger per dag. Den stallgödsel som idag används kan förmodligen delvis ersättas med urin. Mängden använd stallgödsel är okänd. En studie kring flöden av växtnäring i fritidsodlingar som tar upp möjligheter till ersättning av denna med humanurin har gjorts av Richert Stinzing (2003). Här framkommer att rabatter och grönsaksodlingar i koloniträdgårdar ofta tillförs 2,5 kg kväve, 0,4 kg fosfor och 2 kg kalium per 100 kvadratmeter, utöver näringen i den jord som tillförs i strukturförbättrande syfte. Denna näring motsvarar dock endast en kubikmeter urin. Gödslingen i koloniträdgården skulle främst kunna ha ett pedagogiskt syfte för att visa på möjligheter till lokalt kretslopp i egen trädgård. Då Botaniskas personal äter grödan måste man först noga diskutera igenom saken och Tjeerdsma är tveksam till om acceptans kan fås. Att sprida i växthusen är inte aktuellt då de dyrbara exotiska växterna enligt trädgårdsmästaren kräver en alltför noggrann gödsling. Ofta har man bara ett exemplar av varje sort. Gräset är inte heller troligt då det svårt att hitta rätt teknik och något större behov inte finns.

Ett förslag som ligger nära till hands för trädgårdsmästaren är att pröva att blanda urinen i komposten, då urin är känt för att få fart på komposter. Man får då en uppfattning om hur lätt det är att hantera, om det luktar mycket och så vidare. Tjeerdsma har erfarenhet från gödning med hönsgödselvatten där distribution skedde med självtryck från ett fat. Urinen skulle på samma sätt kunna rinna ner i en slang över komposten, vilken luftas med traktor. Som nämnts är detta inte en metod för att fånga urinens kväve då mycket kväve försvinner till luften i själva komposteringsprocessen (P och K binds dock in). Däremot kan urin ersätta det kväve i form av handelsgödsel som ofta tillsätts komposten för att få fart på processen.

Idag sker all gödsling utomhus för hand. Att ersätta större mängder av näringen med flytande gödsling men snabbverkande urin kan vara svårt om hanteringen sker för hand. Enligt trädgårdsmästaren är det omöjligt att styra den automatiska bevattningen så att det skulle fungera att sprida flytandegödsel via detta. En möjlighet är att införskaffa en tank med handspruta som kan köras på traktor.

Tjeerdsma påpekar att det inte får ta för mycket tid och pengar, då man har haft nedskärningar 12 år i rad. Men visst kan det innebära en fördel att skära ner på inköpen – och kanske finns en chans att få pengar från miljöfonder för detta projekt? Humanuringsgödsling är förmodligen en känsligare fråga för personalen än för besökarna, menar Tjeerdsmaa. Om urinen skulle användas behövs en utbildning som ger en förståelse – personalen vill nog veta precis vad den innehåller, hur risken för smitta är, mm. De olika självstyrande grupperna måste diskutera möjligheterna med användningen.

7.4 Möjligheter till avsättning på grönytor

Om man vill gödsla med urinen på den typ av grönytor som ingick i denna undersökning finns utmaningar. Förutsättningarna för golfbanor och fotbollsplaner liknar varandra. Man har ett stort behov av gödsel, dock inte alltid fosfor. Urinens näring förefaller i övrigt passa bäst på våren, då gräset behöver mer kväve relativt kalium denna tid. För att spridning ska vara aktuellt måste man först och främst vara säker på att det verkligen finns ett behov av fosfor. Därefter måste en lämplig spridningsteknik hittas. Oklarheter och motsägelsefulla uttalanden från de intervjuade om vad som är lämpligt och inte visar på att frågan är komplex. Spridning med Ransomes Envirojet fungerar bevisligen på golfbana och

sannolikt också på fotbollsplan. Men maskinen är ovanlig, endast fem exemplar har sålts i Sverige, varav ingen i Göteborgsområdet (Svenningsen, pers.). Andra lämpliga tekniker kan mycket väl finnas då frågan inte kunnat utredas mer än översiktligt inom detta examensarbete. Det kan röra sig om etablerad teknik som eventuellt kan modifieras. Ett samarbete mellan de aktuella områdenas personal och andra kunniga inom grönyteskötsel samt lantbruksteknik skulle förmodligen vara fruktbart.

Stora krav på precision finns dock på dessa ytor och gräset är känsligt. Att pröva gödslingen ett antal år i mindre skala är en nödvändighet innan större satsningar görs, så att man hinner se även långsiktiga effekter. Marknära spridning av urin på gräsmattor kombinerat med nedvattnings har prövats på trädgårdsnivå under ett flertal år av Jönsson med gott resultat (Jönsson, pers.). Eventuellt kan bevattning nattetid med kraftigt utspädd urin som sedan vattnas ned ytterligare vara en möjlighet. I Rönnäng kunde de tankar som finns i anslutning till bevattningssystemet nyttjas. De få tillfrågade vet inte hur vanligt förekommande sådana tankar är.

Personalens och spelarnas acceptans måste tas på allvar. Likaså vad användningen på dessa ytor innebär för hygieniska risker. Riskanalysen kring spridning i jordbruk visar att mag-tarmvirus kan utgöra en risk efter lagring. Dessa avdödas snabbt i miljön, men då golfbanor och fotbollsplaner (i alla fall de som här undersökts) används frekvent under hela växtsäsongen kvarstår riskerna med dessa virus. Slickandet på bollarna som nämns av Strandberg väcker bryderier – även om rester från bekämpningsmedel förmodligen också utgör en risk. Det förefaller nödvändigt att experter tittar närmare på riskbilden innan spridning kan bli aktuellt. Personal och spelare vill naturligtvis varken känna befogad eller obefogad oro för smitta. När det gäller fotbollsplaner och parker där rabatter rensas finns också en infektionsrisk via sår. Mycket tyder på att riskerna här är små, för aktuella bakterier överväger sannolikt andra smittvägar än urin (Schönning, pers.).

Möjligheten att ersätta gödseln som tillförs i parkerna borde också undersökas vidare. Inga konkreta erfarenheter av hantering av humanurin i parkmiljö har hittats. Utöver Jönssons försök har uringödsling i privata trädgårdar och andra odlingar prövats av Åkerberg (2000) och Lindeberg (www).

Ett visst behov av näring finns också i parkerna även om detta är mindre än för ovan nämnda grönytor. Näringen tillförs idag främst i form av organiska medel som stallgödsel och chrysan. Mineralisk gödsel används i liten mängd, som tilläggsgödsling i rabatter och urnor och till viss del på gräsmattor. Denna näring kan förmodligen lättare ersättas av urinen, i alla fall den som tillförs rabatter och urnor i flytande form. Ett utbyte av fasta organiska medel mot urin innebär större förändringar. Gödsling måste nog ske oftare och man vet inte heller vad det skulle innebära för vissa växter. Försök med detta vore mycket intressant.

Att kombinera spridning och bevattning kan vara ett sätt att minska arbetsinsatsen. Möjliga spridningstekniker att pröva i parkmiljö är till exempel vattenkanna, handspruta med tank på en liten traktor (eventuellt kopplad till bevattningssystem), bevattningsramper och droppbevattning. Ett examensarbete av Hennichs (1998) tar bland annat upp olika möjligheter för spridning av humanurin i grönsaksodling. Tjeerdsmas idé med en högt placerad behållare varifrån urin distribueras med självfall är intressant. Möjligheten att sprida med vattenspridare beror förmodligen av teknik, ammoniakavgång, hygien och lukt. Vid rätt avvägd spädning och på rätt plats kan detta vara en möjlighet. En förfrågan från

Strandberg var om man kan blanda urin med långsamverkande produkt. Detta är en intressant fråga att utreda i kommande studier.

Kanske är pedagogiska vinningar den största möjligheten med uringödsling i parkerna. Både Park och Naturförvaltningen och Botaniska Trädgården bedriver miljöinriktad verksamhet. Man arbetar bland annat mot skolor, då man delar med sig av kunskap om naturen och komposter, mm. I trädgårdsföreningen sker en daglig guidning där bland annat det ekologiska tänkandet i parken demonstreras. Botaniska Trädgården får bidrag för miljöforskning. Man har en anställd miljöinformatör som jobbar både mot personalen men kanske mest utåt besökarna. I caféet finns information om miljöfrågor för besökande skolelever, därutöver finns en trädgårdskonsulent. En demonstrationsplats där spridning av humanurin sker kan ha stor effekt på folks medvetande om kretslopp av näringsämnen. Man kan då pröva i liten skala under kontrollerade former. Exempelvis i en speciell rabatt, där en skylt informerar om fördelarna, samt samarbetet mellan parker, kommun och de som urinsorterar. Samtidigt kan man lära sig mer om hur hanteringen kan fungera i denna miljö.

Troligtvis är det, i likhet med användning i lantbruk, svårt att uppnå ekonomiska fördelar i det korta perspektivet med att ersätta nuvarande gödsling med urin. Men också här hänger detta på möjligheterna för hantering som uppstår i det enskilda fallet. De intervjuade är relativt ointresserade. En rädsla för ökade kostnader och negativ respons från personal, spelare och besökare finns. Uringödsling på grönyterna kräver förmodligen en stark initial drivkraft från kommunen och att ekonomiska resurser tillhandahålls.

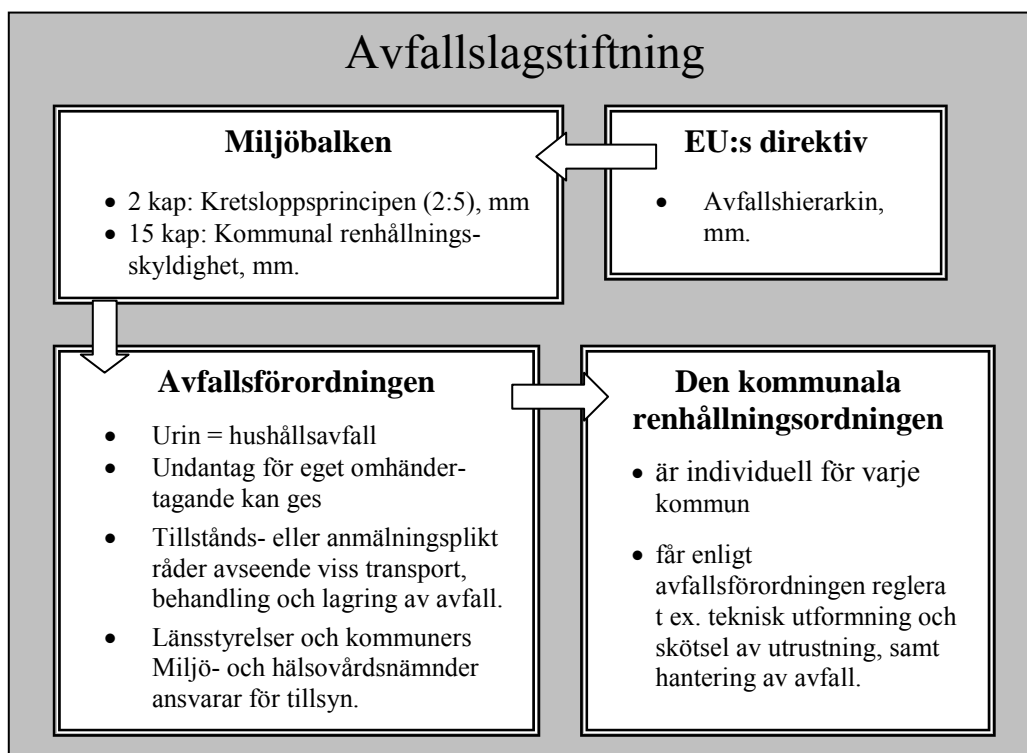
8 SYSTEM OCH ORGANISATION

Detta kapitel tar upp hur återföringens fysiska system och organisation kan byggas upp för olika moment, liksom övergripande frågor kring finansiering, ansvarsfördelning och kvalitetssäkring. Utgångspunkten är främst att urinen används på jordbruksmark, men resonemanget gäller oftast oavsett typ av avnämare. Exempel på förfaranden och erfarenheter i olika kommuner tas upp, liksom lokala erfarenheter, förutsättningar och rekommendationer. Inledningsvis kommer det urinåterförande systemets anknytning till olika författningar att belysas.

8.1 Urinsorterande system och lagstiftningen

8.1.1 Avfallslagstiftning

Enligt Miljöbalken (1998:808) klassas humanurin som hushållsavfall (Christensen, www; Lindholm, pers.). Miljöbalkens 15 kap 8 § slår fast att kommunen har en skyldighet att omhänderta hushållsavfall. Detta innebär sålunda en skyldighet för kommuner att erbjuda ett omhändertagande av källsorterad urin. Inte alla kommuner har uppmärksammat detta ännu. I figur 20 visas en skiss av de mest betydande föreskrifterna kring avfall som berör urinåterföringen.



Figur 20. Skiss över författningar om avfall som styr urinåterföringen.

Det finns ett flertal EG-direktiv som berör avfall. I detta sammanhang är kanske avfallshierarkin i ramdirektivet för avfall (75/442/EEG, art. 3) mest intressant. Enligt det ska man i första hand förhindra avfalls uppkomst. Därefter prioriteras i fallande ordning, återanvändning; återvinning, förbränning med energiutnyttjande och deponering av avfall.

Miljöbalkens 15 kap om avfall och tillhörande avfallsförordning reglerar hantering av avfall. För vissa verksamheter, till exempel lagring och transport av avfall råder tillståndsplikt eller anmälningsplikt. Enligt 15:11 MB ska varje kommun upprätta en lokal renhållningsordning. I den kan de reglera avfallshantering på fastigheter, till exempel utformning av avfallskärl och dess skötsel, men också för transport och förvaring av avfall (14-17 §§ Avfallsförordningen).

8.1.2 Avloppslagstiftning

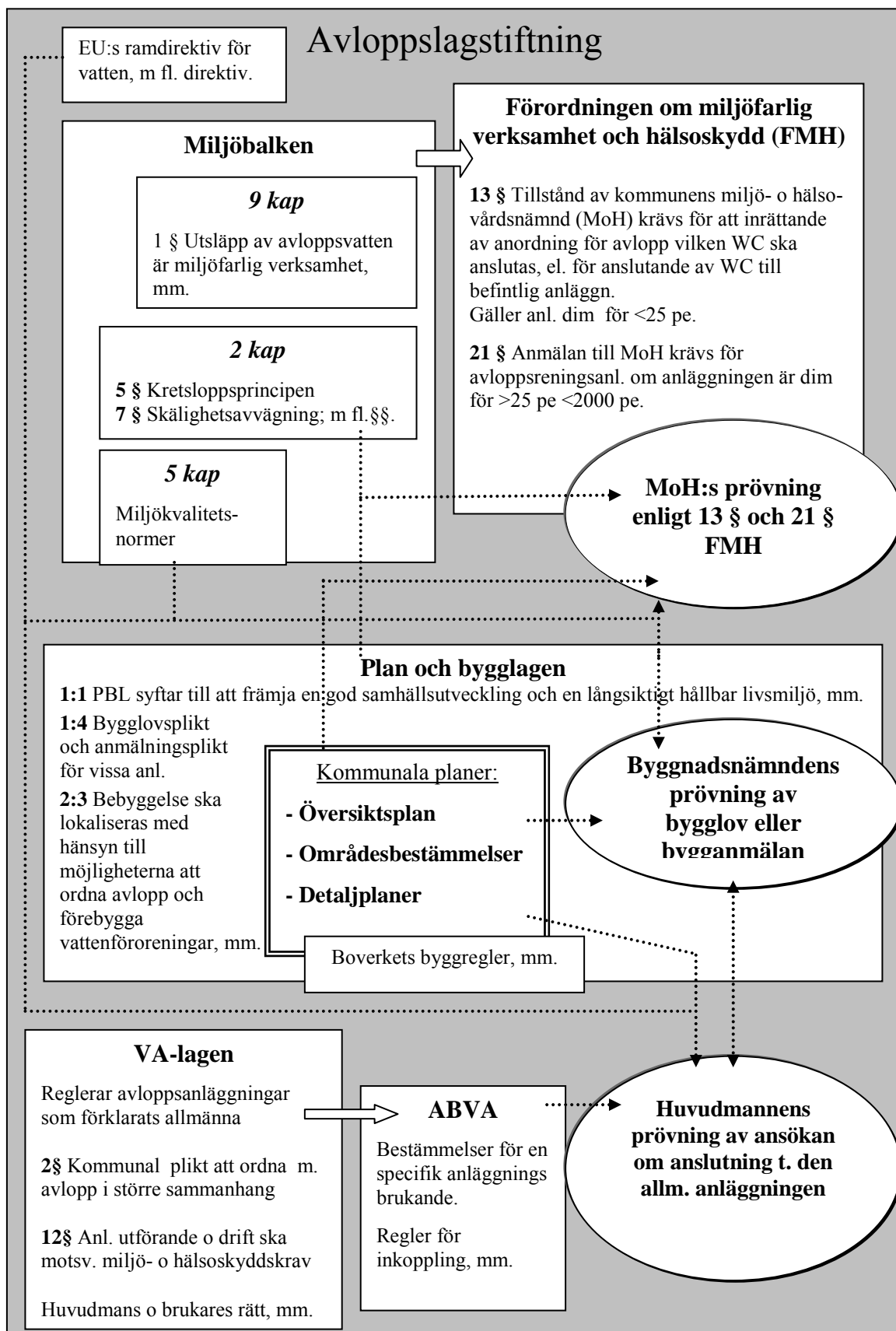
Avloppslagstiftningen är uppdelad på en rad olika författningar, och vilka styrmedel som kan användas beror av systemens storlek, ägandeform och lokalisering. I figur 21 visas en schematisk bild över författningar av betydelse i detta sammanhang.

Ramdirektivet för vatten som nu håller på att införas i EU samlar tidigare EG-direktiv kring vattenskydd. Direktivet, som styr svensk lagstiftning, innehåller bland annat gränsvärden för utsläpp och halter av ämnen i vatten.

Miljöbalken (MB) slår fast att utsläpp av avloppsvatten klassas som en miljöfarlig verksamhet (9:1 MB). Enligt 9 kap 7 § miljöbalken ska avloppsvatten avledas och renas så att inte olägenhet för människors hälsa eller miljön uppkommer. **Förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd** (FMH) kräver att tillstånd getts av kommunens miljö- och hälsovårdsnämnd (MoH) innan man får inrätta en avloppsanordning till vilken en vattentoalett ska anslutas, eller ansluta en vattentoalett till en befintlig anläggning (13 § FMH). Denna paragraf gäller för mindre enskilda (privata) anläggningar för upp till 25 personekvivalenter. För att inrätta anläggningar för avloppsrening som är dimensionerade för fler än 25 och upptill 2000 personekvivalenter krävs endast anmälan till MoH (21 § FMH). Denna inkonsekvens är förmodligen ett resultat av att man slagit samman tidigare uppdelad lagstiftning i miljöbalken. Större reningsanläggningar (>2000 pe) prövas av Länsstyrelsen (5 § FMH). Prövning av avloppsanläggningar och utsläpp av avloppsvatten sker bland annat mot hänsynsreglerna i miljöbalkens 2 kap (Christensen, 2003).

Plan och bygglagen (PBL) är ett verktyg för att styra markanvändningen i samband med bebyggelse. Vid planering och lovgivning enligt lagen ska en hållbar samhällsutveckling främjas, vilket bland annat innebär en god hälsa, minimering av föroreningar och resurshushållning. En kommun kan precisera vad som ska gälla i olika planer. Översiktsplanen täcker hela kommunen, medan detaljplaner upprättas främst för ny och samlad bebyggelse. Områdesbestämmelser kan upprättas utanför detaljplanlagt område för att säkerställa översiktsplanens intentioner. Planbestämmelserna och PBL:s övriga bestämmelser kring byggande och anläggningar får verkan då hänsyn till dem måste tas i samband med tillståndsprövning för avlopp enligt FMH (16 kap 4 § MB). Likaså beaktas de vid den bygglovsprövning som krävs för de flesta ny- och ombyggnationer. En bygganmälan krävs för olika mindre anläggningar, till exempel anordningar för avlopp, vilket kan innebära en möjlighet att styra anläggningars kvalitet.

Allmänt ägda anläggningar eller anläggningar som *förklarats* allmänna (oftast liktydigt med reningsverk), regleras i **Lagen om allmänna vatten och avloppsanläggningar** (VAL-lagen/VAL). Kommuner är enligt denna lag skyldiga att ordna med avlopp i större



Figur 21. Författningar kring avlopp som berör urinåterföringen och när de tillämpas.

sammanhang, om det behövs ur hälsosynpunkt. Här finns också bestämmelser för brukares och huvudmans rättigheter. Regler för toaletter och ledningar som är förbundna med anläggningen (VA-installationer) finns däremot i PBL och dess föreskrifter. En kommun kan också välja att bygga allmänna anläggningar som samlar upp urin i gatan. Sådana ska inom kort byggas i Tanum och har diskuterats i bland annat Norrköping. Enligt VA-lagen ska en allmän anläggning ha specifika föreskrifter om brukande, vilka brukar kallas

Allmänna bestämmelser för brukande av den allmänna vatten- och avloppsanläggningen (ABVA).

8.1.3 Eget eller kommunalt omhändertagande

I enlighet med paragrafen om kommunal renhållningsskyldighet (15 kap 8 § MB) ska dock hänsyn tas till fastighetsägares möjlighet att själv ta hand om avfallet på ett sätt som är godtagbart ur miljö- och hälsosynpunkt. Avfallsförordningen slår fast att fastighetsägare som avser att återvinna annat avfall än trädgårdsavfall ska anmäla detta till kommunen (37 §). De flesta kommuner ger möjlighet till eget omhändertagande när det gäller källsorterad urin. I Göteborgs kommun finns ett fåtal fastigheter med eget omhändertagande.

I Tanum har man i praktiken fem olika tillvägagångssätt för omhändertagande av urin, varav tre innebär eget omhändertagande (Tanum, www.). Inom kommunalt verksamhetsområde där allmänna urinuppsamlingssystem finns i gatan ansvarar Tekniska nämnden för uppsamling och avsättning. Fastighetsägare med enskilda anläggningar budar däremot om hämtning till den kommunens entreprenör enligt kommunens renhållningstaxa. Många av de med enskild anläggning har dock dispens för eget omhändertagande. Denna dispens behöver inte innebära att spridningen ska ske på egna fastigheten, utan beviljas också då spridning utförs av lantbrukare. Kommunen har en lista med förslag på lantbrukare som tömmer i privat regi i olika områden som ges till den sökande fastighetsägaren. Utöver detta kan hämtning och spridning av annan lantbrukare också beviljas. I dessa fall budar fastighetsägaren om hämtning direkt till lantbrukaren och avgiften görs upp dem emellan. Slutligen finns en möjlighet att få dispens för spridning på egen fastighet.

8.2 Fastighetsnivå

8.2.1 Vikten av rätt utförande och funktion

Många avgörande problem med urinsorteringssystem är knutna till fastigheterna. Idag finns en hel del forskning och erfarenheter som resulterat i rekommendationer kring utförande, installation och skötsel. Det förefaller som om många urinsorteringssystem fungerar bra. I en översikt kring LIP-finansierade projekt svarade 83 % av de med urinsortering att systemet som helhet fungerar bra eller mycket bra (Kärrman m.fl., 2004). I en enkätundersökning utförd av Västerviks kommun svarade 88 % av 112 hushåll med kretsloppsanpassat avlopp (uteslutande urinsortering) att de är nöjda eller mycket nöjda med sin toalett (Fröberg & Lindberg, 2002). Rätt system måste dock väljas, därefter installeras, underhållas och brukas på ett bra sätt. Som ansvarig för omhändertagandet av urinen liksom en god miljö- och hälsa, ligger det i kommunens intresse att allt detta uppfylls. I följande avsnitt fokuseras på vissa aspekter som av erfarenhet visat sig viktiga att uppmärksamma när det gäller systemens utförande och brukande. Avsnittet därefter tar

upp olika styrmöjligheter för att få system och brukande att fungera på fastighetsnivå. Här utgår främst från att en bra gödselprodukt ska fås, samt från sådant som är av betydelse för organisationen av återföringskedjan. För tekniska rekommendationer hänvisas även till Jönsson m.fl. (2000) och Johansson m.fl. (2000) vilka nyligen har uppdaterats av Ericsson m.fl. (2004).

8.2.1.1 Toaletten

Toalettens utformning och funktion kan ha stor betydelse för både hela återföringskedjans funktion. Allra viktigast är att uppnå ett lågt spolvatteninnehåll och att så mycket urin som möjligt samlas upp, då hög utspädning innebär ett sämre gödselvärde, ökad resursåtgång och högre kostnader i samband med transport och spridning. Om pH och ammoniuminnehåll sänks minskar också hygieniseringen under lagringen.

Spolvattentillförseln kan också påverkas av tekniska problem. Uppstår luktproblem finns risken att man väljer att urinera i den andra skålen, spolar oftare eller ökar spolvolymen. WM-toaletten har sedan tiden för installationen i Kyrkbyn förbättrats så att den går att rengöra både ovanför vattenlås och i urinledning. Den ska dessutom ha ett förtillverkat vattenlås och en bättre och snålare spolning. Även Dubbletten har på senare år förbättrats i fråga om spolning, vattenlås och skålens utformning. Man får dock räkna med att toaletternas smala urinledningar slammar igen med något års mellanrum, men de kan då rensas med rensvajer och (om nödvändigt) kaustiksoda (Jönsson, [www](#)). Enligt Forsberg (pers.) räcker det oftast att spola rent rören med normalt vattentryck under en kort tid om det görs minst en gång per år, då avlagringen i rören är oftast en mjuk bakteriefilm som lossnar lätt. Denna metod förutsätter dock att det finns en koppling som kan kopplas isär och användas.

Man bör välja toalett med tanke på vem som ska bruka den. WM-DS möjliggör stående urinerings. Å andra sidan kan det här vara svårare för kvinnor att pricka rätt. Med avseende på spolvatteninnehåll är WM-DS och Gustavsbergs modell troligen mer beroende av användarens motivation då alldeles för mycket spolvatten kan tillföras om användaren väljer att använda den stora spolningen istället för den lilla, eller om papper spolas ned efter varje gång. Bekymren med felsorterat papper och fekalier vid Universeum kan å andra sidan tyda på att Dubbletten i detta avseende är lite svårare att hantera för barn eller ovana användare. Ett problem är också att inte urinskålen i denna automatiskt spolas ren från papper och eventuella fekalier vid stor spolning. Exemplet visar på att det finns en balansgång mellan bekvämlighet, spolvattentillförsel, sorteringsgrad och andra funktioner. Urinalerna har visat sig fungera bra ur de flesta aspekter i Göteborg. Det finns ett behov av objektiva utvärderingar av urinsorterande toaletters prestanda avseende den sorterade urinens kvalitet.

En undersökning kommer att göras i Kyrkbyn för att utreda om det låga näringsinnehållet har samband med toalettmodell. Om ett modellbyte är motiverat kan Poseidon tänka sig detta. I de övriga systemen i Göteborg används Dubbletten som tillför relativt lite spolvatten. En spolningsfri urinoar har installerats på Ekocentrum i Chalmers Vasa. Detta bådär för att urinens sammantagna spolvatteninnehåll kan hållas på en acceptabel nivå, om befogade åtgärder vidtas och systemen sköts rätt.

8.2.1.2 Lednings- och uppsamlingssystemet

För att undvika stopp i form av metallfosfater eller organiska ämnen (hår, pappersludd) bör ledningarnas lutning vara minst 1 %, gärna 2 %. Diametern bör vara minst 70 mm, gärna 110, men där man lätt kan demontera ledningen är det möjligt att gå ned till 50 mm. Svackor där utfällningar ansamlas måste undvikas och inspektionsluckor och spolmöjlighet bör finnas (Jönsson m.fl., 2000; Ericsson m.fl., 2004). Orsaken till stopp i urinledningar har (utöver spolvattenmängd och ledningarnas utformning) visat sig bero på kvaliteten hos spolvattnet och magnesium- och kalciumkoncentrationen (Udert m.fl., 2003abc). De system som varit i bruk en tid i Göteborg verkar fungera bra ur denna aspekt, även om ett lättare stopp uppkommit i Ekologiska huset.

Uppsamlingssystemet måste vara tätt, dels för att hindra inläckage av vatten eller föroreningar, dels för att inte kväve ska förloras som ammoniakgas. När man bygger systemet bör man därför vara noga med att urinledningen är heldragen eller har svetsade/limmade fogar – skarvar med gummipackningar duger däremot inte! Stora mängder markvatten kan snabbt tränga in via små sprickor (en tillförsel av fem liter per meter och dygn anses som acceptabelt i vanliga avloppsledningar). Skarven mellan tank och anslutande ledning måste utföras noggrant då det visat sig vara en svag punkt för inläckage. För att hindra inläckage och uppflytning av tanken bör man också dränera runt tank och ledning. Uppsamlingstanken bör ha en manlucka så den lätt kan inspekteras. Inläckage kan också uppstå om lock är otäta mot regnvatten, packningar är här en nödvändighet. Om bräddavlopp finns måste även risken för att spillvatten via denna rinner in i tanken elimineras (vissa spillvattenledningar kan översvämmas i samband med regn).

Om luftväxling i systemet uppstår kan kväve förloras som ammoniak (Jönsson m.fl., 2000). Tillflödesledningen bör därför sluta 100-150 mm ovanför i tankens botten, så att ett vattenlås bildas. Ledningen bör ha en viss ventilation, minst 10 mm i diameter, till avloppets ventilation för att förhindra att urinvattenlåset kan sugas tomt. Luftinsläppet i tanken vid tömning löses automatiskt om man tömmer tanken via manluckan, då man även får tillfälle att inspektera tanken. Om man vill använda sig av en fast installerad tömningsledning så kan en luftledning dras parallellt med sugledningen och dessa förses med ett gemensamt lock. Tömningsledningar i form av ett vertikalt rör bör sluta (minst) 50-100 mm ovanför tankens botten och ha en sned snittyta. Detta för att förhindra att tankens botten sugs uppåt vid tömning och blockerar utflödet av urin.

Det finns – som påpekats i kapitel 5 – flera brister beträffande vissa av systemen i Göteborg. Deras täthet måste åtgärdas innan nyttjande av urinen kan bli aktuellt. Bland annat bör lock och ventiler åtgärdas, samt bottenfyllning alltid tillämpas. Bräddavloppen kan innebära en ökad risk för luftväxling, det är därför viktigt att systemen i övrigt är så täta som möjligt. Förutom det inläckage som finns vid Universeum, utgör inläckage förmodligen inget större problem på de andra fastigheterna, av de uppsamlade volymerna att döma.

Materialvalet är viktigt med tanke på systemets användbarhet, även om sprickor i uppsamlingssystem förmodligen oftast uppstått på grund av ett dåligt grundarbete. Urin är korrosivt och om metaller ingår i ledningarna, även i mycket begränsad utsträckning, kan de förorena urinen (Jönsson m.fl., 1998). Det är därför viktigt att välja ledningar och tankar av rätt material. Järn bör undvikas, rostfritt stål bör gå bra, men är dyrt (Vinnerås, pers.). Betong och bruk i fogar bör vara av rätt kvalitet då urinen kan verka svagt frätande på

dessa material. I Göteborg är samtliga system utformade utan metaller, med undantag av Kyrkbyn, vars rör är av rostfritt stål.

Uppsamlingstankarnas storlek och antal måste anpassas efter hur tömning ska ske. Exempelvis samordnas tömningen av alla uppsamlingstankar till en gång per år i Linköping. Alla tankar rymmer därför ett helt års produktion. Detta är inte möjligt med de uppsamlingstankar som finns i Göteborg. I tätbebyggda områden begränsas tankstorleken ofta av utrymmesbrist. Vid Chalmers Vasa där tanken endast rymmer 2,6 kubikmeter måste tömning förmodligen ske ofta och en tankbil kan inte fyllas. Övriga tre fastigheters tankar rymmer dock mer än vad som kan fylla de tankbilar med volymen 3-12 kubikmeter som idag står till förfogande. Tankarna bör även anpassas efter hur hygieniseringen anordnas. Två parallellkopplade och tillslutbara tankar möjliggör hygienisering på fastigheten, vilket bland annat tillämpas i Tanum. Detta har störst betydelse när lantbrukaren sköter transporten.

I Göteborg är alla fyra fastigheters uppsamlingssystem försedda med bräddningsledning, från vilken urinen avleds till ett avloppsnät när uppsamlingstanken blir överfull. Detta utgör en säkerhet mot att urin inte stiger upp i ledningar om tömning inte sker i tid och undanröjer även behovet av tömning om urinens avsättning inte är ordnad. Bräddledning medför dock en risk att man inte bevakar hur full tanken blir. Jönsson (pers.) rekommenderar därför inte bräddledning vid nybyggnad. Ett alternativ är att – om man inte kan få urinen hämtad i tid – vara förberedd på att med en enkel inhyrd läns pump pumpa urinen till annat avlopp. För att säkra att tömning beställs i tid bör nivåalarm installeras, vilket idag inte finns på alla fastigheter i Göteborg.

Tömning av tankar måste kunna ske enkelt, utan för mycket besvärande lukt och stänk, vilket kan utgöra en hälsorisk för den som utför tömningen. Anslutningar, kranar och andra anordningar som ska hanteras måste vara lättillgängliga, även vintertid. Betydelsen av att ovanstående tillsynes ganska självklara kriterier uppfylls blev tydliga vid mitt besök i samband med tömning av urin vid Lindholmen. Avsevärd tid och kraft åtgick då för tömmaren till att hacka fram fastfrusen snö och grusövertäckta järnlock för att komma åt kranar som skulle öppnas i samband med tömning. Dessa var dessutom svårtåtkomligt placerade nere i brunnarna. Dessa aspekter bör ges större omtanke vid projektering av framtida installationer. Likaså är det viktigt att tankarna utformas så att man enkelt kan ta representativa prover av urinen för att kontrollera dess kvalitet. Allt detta kan uppnås om tömningen sker genom en lättåtkomlig manlucka.

8.2.2 Underhåll och brukande

Möjligheten att säkra en bra produkt och bra hantering beror givetvis också av anläggningens löpande funktion. Fastighetsägaren/förvaltaren för större system bör utse någon som ansvarar för tillsyn och underhåll och beställer tömning. Trots att detta kan synas självklart har det visat sig att det inte alltid gjorts. Då ansvaret förr eller senare övergår till en annan person krävs även detaljerad dokumentation om hur systemet ser ut och fungerar. En driftdagbok kring observationer av systemets funktion och utförda åtgärder är ett bra redskap för framtida ansvariga, som ”minneshjälp” för att kunna följa upp och utvärdera. Dokumentation är också nödvändigt för den kvalitetssäkring som är viktig för användare inom lantbrukssektorn.

De som använder och städar en urinsorterande toaletter har viktiga roller. Dels för systemets fortsatta funktion, då bristande rengöring och felsortering av papper kan orsaka stopp, dels för produktens gödselkvalitet. Användaren avgör hur mycket urin som källsorteras, hur mycket spolvatten som tillförs och att inget olämpligt tillförs urinledningen. Endast miljömärkta rengöringsmedel bör användas och ofta är detta också ett krav från lantbruket och dess uppköpare. Det är ytterst fastighetsägarens/-förvaltarens ansvar att se till att brukandet sker rätt. Förutsättningarna varierar med typen av boende och verksamhet. I offentliga lokaler med många tillfälliga toalettbesökare ökas behovet av insatser. I fastigheter där rengöringsmedel köps in centralt är det förstås lättare att kontrollera att miljövänliga medel används.

Motivationen hos användaren har visat sig påverka sorteringen (Vinnerås, pers.). Vikten av systemets **användarvänlighet** för att en bra gödselprodukt ska uppnås har redan berörts i avsnitt 8.2.1.1. Naturligtvis leder ett dåligt fungerande system även till missnöje och dålig motivation. Motivationen kan också förväntas stiga med ökad **systemförståelse**.

Boende/arbetande bör därför få veta varför näringsämnen ska återvinnas och hur systemet är uppbyggt, både på fastigheten och i resten av kedjan. Speciellt viktigt är en förståelse för vad som krävs för att en godtagbar gödselprodukt ska uppnås. Till alla som bor, städar och köper in rengöringsmedel i fastigheterna krävs bra och **alltid tillgänglig information** om fördelarna med att sortera urinen, betydelsen av att lite spolvatten tillförs, varför miljövänliga rengöringsmedel ska användas i toaletterna och varför inget olämpligt (skurvatten etc.) ska hållas i toaletten.

Återkoppling är en viktig faktor för att upprätthålla motivationen (Rehnström Johansson, 1999). Det handlar om att få veta att urinen som man dagligen sorterar kommer till nytta och att få en känsla av att delta i ett betydelsefullt sammanhang. Den boende/arbetande som kontinuerligt får ta del av mätresultat på näringshalter anstränger sig troligtvis mera. Användningen bör synliggöras. Att skicka ut kortfattade lägesrapporter om hur urinen används, hur koncentrationen av näring sett ut och en hälsning från användaren kan vara ett bra sätt att uppnå detta. Kanske kan även ett besök hos bonden erbjudas? Motivationen kan också stärkas om informationen kan kopplas till den egna närmiljön, till exempel om problem med övergödning finns.

Miljön vid offentliga urinsorterande toaletter bör utnyttjas för att tillhandahålla utförlig information kring vikten av kretslopp av näringsämnen och det urinåterförande systemet. Här kan också lantbrukaren synliggöras, kanske med hjälp av en bild på en lantbrukare som tackar för gott samarbete i kretsloppet. Informationen måste anpassas noga med tanke på olika besökares vana, åldrar och språkkunskaper. När sorterande system används i skolor med mindre barn är muntlig information viktig. Något annat som kan stärka motivationen är **upplevelse av eget val**. Detta bör man ha i åtanke vid införandet av källsorterande system och i vissa offentliga miljöer kan kanske möjligheten att välja mellan olika typer av urinsorterande toaletter eller att kunna välja en konventionell toalett vara till gagn. Förutom kommunikativa insatser kan det också vara motiverat att tillhandahålla brukarna passande utrustning i form av pappersbehållare, rengöringsborstar, rengöringsmedel och rensvajar.

8.2.3 Lokala förutsättningar för brukande

Rehnström Johansson m.fl. (1999) har utvärderat brukarkrav och installationer ur rumslig och byggteknisk synpunkt, gällande det urinsorterande systemet i Kyrkbyn.

Undersökningen är bland annat baserad på intervjuer av de boende, personal, byggherren, byggare m.fl. Här nämns att hushållen inför ombyggnaden gavs möjlighet att rösta om urinsortering skulle införas eller inte. De som flyttade in informerades muntligt av husvärden om det urinsorterande systemet och hur toaletterna ska brukas. Alla boende fick en pärm med information om huset. I denna nämndes att urinen används av lokala bönder, att skurvatten endast får hållas i den stora skålen, samt att färg, lacknafta, cigaretter och annat inte alls är tillåtet i avloppet. Vidare nämndes att det är lämpligt att sitta och kissa, att systemet tål mindre mängder blod, samt att papper bör spolade ner med fekalierna eller läggas i en sanitetsbehållare som hyresvärden Poseidon tillhandahållit. De boende informerades om vikten av att inte spola ner pappret vid varje tillfälle, men samtidigt råddes de som haft problem med stopp (tre hushåll) att spola med mer vatten vid varje spoltillfälle.

Utvärderingen visade att de boende saknade information om hur rengöring av hålen i den urinavskiljande delen kan ske för att undvika stopp. Det framkom att de intervjuade hushållen överlag var mycket positiva till urinsortering och att de flesta boende visste att urinen används av en bonde. Man hade dock ingen aning om ifall produkten fungerade som gödsel eller inte. Merparten, men långt ifrån alla, spolade ner pappret med den stora spolningen efter urinering. Ingen hade använt propplösare och man var noga med att inget otillbörligt skulle hållas i toaletten. Områdets dåvarande husvärdar uttryckte att de skulle ha varit en stor fördel om de fått vara delaktiga i projekteringsarbetet. Men efter att ha studerat olika entreprenörers arbete och diskuterat med dessa kan de idag oftast utföra underhåll och svara på frågor. De som haft problem med lukt råddes att spola ytterligare.

Vid min kontakt med den nuvarande husvärden (Senor, pers.) vet han inte vad hyresgästerna får för information om det urinsorterande systemet när de flyttar in. Han tror inte att det går ut någon information alls till de boende idag. Förmodligen bor många av de intervjuade kvar, vilket innebär att flertalet har viss kunskap. Husvärdens svar tyder på att fastighetsbolagets insatser för information och återkoppling behöver en uppräckning och exemplifierar att viktiga funktioner lätt kan förloras i samband med personalbyte. De i Kyrkbyn låga näringskoncentrationerna kan ha en koppling till brukarna i form av en allt för hög spolvattentillförsel eller felsortering. Kommunikativa insatser kan då ge stor utdelning. Grundorsaken till de låga näringshalterna kan dock även bero på de tekniska problem med bland annat igensättningar som nämnts i avsnitt 5.1.4.

I Ekologiska huset verkar brukandet fungera relativt bra. Hyresgästerna informeras muntligt av kvartersvärden i samband med inflyttningen om toalettens funktion och att urinen används som gödselmedel i jordbruket. De får också en boendepärm med information om hur toaletterna fungerar (Andersson K, pers.).

I Universeum och på Ekocentrum vid Chalmers Vasa kan många ovana användare och barn förväntas. Problemen med felsortering i Universeum som omnämnts i avsnitt 5 har varit störst på damavdelningen. Främst är det papper som hamnar i urinskålen, förmodligen det papper som många lägger på sittringen på en offentlig toalett. På herravdelningen är problemen främst att man stående har problem att pricka rätt i urinskålen, varpå det stänker. Efter att nya informationsskyltar monterades, lagom för att

kunna läsas sittandes på toaletten, minskade problemen markant. Detta tyder på att information har stor genomslagskraft. Då Universeum besöks av ett stort antal utländska besökare finns information även på engelska. Toaletterna i Universeum städas av en inhyrd städfirma. De är informerade om hur toaletterna ska städas (Forsberg, pers.).

I Chalmers Vasa har endast Ekocentrums lokaler tagits i bruk. Här finns idag information till besökarna om varför urinsortering är bra. Då man är miljöcertifierade köps endast miljövänliga rengöringsmedel in och städpersonal vet att urinalen inte får tillföras vatten (Lund, pers.).

8.2.4 Kommunens styrmöjligheter

8.2.4.1 Introducera urinsorterade system

Hur kan en kommun med miljö- och kretsloppsambitioner se till att urinsortering eller andra källsortering avloppssystem installeras av fastighetsägarna? Frågan rör sig i gränsområdet för denna undersökning, men då det är en intressant fråga av stor betydelse för möjligheter till en framtida utökad urinåterföring tas den upp här.

I hänsynsreglerna i **miljöbalkens** 2 kap. finns incitament till såväl minskade utsläpp av näringsämnen som ökat kretslopp av dessa. Enligt Christensen (2003) kan försiktighetsprincipen med sitt krav på att bästa tillgängliga teknik (2 kap 3 § MB), samt hushållnings- och kretsloppsprinciperna (2 kap 5 § MB) åberopas för att få till stånd miljö- och kretsloppsanpassade avloppssystem. Men vid beslut ska samtidigt miljö- och kostnadseffektivitet enligt 2:7 vägas in i det enskilda fallet. Idag är det ännu omöjligt att precisera hur möjligheterna ser ut. Lagtexten är brett formulerad och det är först när lagen prövas i rätten som gränserna kommer att framträda. Tillsynsmyndigheterna måste våga pröva miljöbalken vid sin tillståndsgivning till avlopp – vilket hittills skett sparsamt. Enligt Kjellgren (pers.) skulle Miljöförvaltningen i Göteborg kunna kräva återförande system för tillstånd till enskilt avlopp, i samband med nyanläggningar. Detta förhindras dock av att det idag inte finns något kommunalt fungerande omhändertagande av urin. En skälighetsavvägning enligt 2:7 MB avgör dock alltid.

Ofta finns ett behov av att minska utsläppen från äldre befintliga enskilda avlopp. Enligt Miljösamverkan Västra Götaland (www) kan krav på att förbättra gamla anläggningar ställas om de utgör en risk för människors hälsa eller miljön. En sådan risk kan till exempel vara att längre rening än slamavskiljning saknas, att näraliggande vattentäkt kan påverkas, dålig rening, eller en eutrofierad recipient.

Plan- och bygglagen (PBL) kan också användas för att introducera kretsloppsanpassade system/urinsortering. Ett sätt är att införa tydliga riktlinjer för markanvändningen i den kommunala översiktsplanen, då beslut om avloppslösningar som strider mot planen kräver politisk motivering. Men man kan också styra via detaljplaner och områdesbestämmelser för områden där sådana upprättas, eftersom de verkar styrande vid både tillståndsprövning för avlopp enligt FMH och vid bygglovsprövning. I Tanum leder en kraftigt ökad befolkning sommartid till att reningsverket överbelastas. Här har krav på urinsortering införts i detaljplanen med stöd av 5 kap 7 § PBL (Sjögren, pers.). Bestämmelsen gäller vid nybyggnation och vid väsentlig ändring av äldre byggnad. I områden där kommunalt avloppsnät finns ska anslutning till nätet enligt planbestämmelsen ske med särskild ledning för urin, då kommunen ska anlägga urinledningar och tankar utanför tomtgränserna.

Huruvida möjligheten att styra mot kretsloppsanpassade system är en korrekt tolkning av PBL är omtvistat. I Tanum har boende överklagat beslutet till länsstyrelsen som dock gav kommunen rätt. Krav på urinsortering har införts i detaljplaner i flera andra kommuner. Enligt Kjellgren (pers.) torde detta att kommuner tar initiativ och upprättar allmänna uppsamlingsystem vara ett gott verktyg för att styra mot urinsortering.

Man kan även styra mot källsortering genom att vara restriktiv med att tillåtelse till anslutning till ett allmänt reningsverk. I alla fall gäller detta vid nyanslutningar av fastigheter som ligger utanför det allmänna reningsverkets verksamhetsområde. I Tanum beviljar huvudmannen (kommunens Tekniska nämnd) normalt endast anslutning av BDT- och fekalievatten.

Ett antal kommuner har idag infört gränsvärden för utsläpp och krav på näringsåterföring från avlopp i en **kommunal avloppspolicy**. Policies är inte juridiskt bindande i sig, men verkar vägledande för tillståndsbeslut och lovgivning. I Västervik har en policy för enskilt avlopp upprättats, enligt vilken olika krav bör ställas på utsläppsreduktion och möjlighet till näringsåterföring i olika zoner. Idag finns över 200 anläggningar med miljö- och kretsloppsanpassade avlopp i kommunen, varav en stor del är urinsorterande (Fröberg, m.fl., 2002). Miljösamverkan Västra Götaland (www) arbetar fram en mall för kommunal policy för enskilda avlopp. I denna föreslås länets kommuner att ställa krav på 70 % reduktion av fosfor och 40 % reduktion av kväve, samt att ha som målsättning att 50 % av fosfor ska kunna återföras till jordbruksmark.

En förvaltningsövergripande avloppspolicy kan vara ett verktyg att samordna Byggnadsnämndens, Miljö- och hälsovårdsnämndens och Tekniska nämndens beslut, så att mål om kretsloppanpassning kan uppnås (Johansson M, pers.).

Förändringar som ger ökat kretslopp?

Naturvårdsverket tog 1987 fram Allmänna råd för små avloppsanläggningar (AR 87:6). Allmänna råd är generella rekommendationer om hur författningar ska tillämpas på något område. De är inte rättsligt bindande men har stor praktisk betydelse för de kommunala nämndernas agerande i tillståndsbeslut. Råden från 1987 upphävdes under 2003 då de var föråldrade, men nya Allmänna råd för mindre avloppsanläggningar kommer att ges ut under 2004. Dessa kommer troligen att betona att krav bör ställas på små anläggningars funktion gällande utsläpp och kretslopp (Johansson M, pers.).

Plan- och bygglagstiftningen håller på att ses över av PBL-kommittén, vars slutbetänkande väntas under 2004. Bland de många områden som utreds finns PBL:s koppling till miljöbalken och detaljplaneringens nuvarande utformning. Även VA-lagstiftningen som rör allmänna avloppsanläggningar granskas nu, bland annat för att utreda hur man kan förbättra möjligheterna att tillgodose moderna krav på miljö- och kretsloppsanpassade system (Riksdagen, www).

Enligt 5 kap MB kan miljökvalitetsnormer (MKN) upprättas, det vill säga ett maximivärde på tillåten halt av en förorening i miljön. Dessa har stor kraft då hänsyn till dem måste tas vid olika beslut. Någon skälighetsavvägning enligt 2 kap 7 § MB kan nämligen inte göras i de fall värdena överskrids. Idag finns inga generella MKN för närsalter i Sveriges vatten. Men då miljökvalitetsnormer för ett stort antal ämnen kommer att införas inom ramdirektivet för vatten, kan detta att få stor betydelse för kraven på avloppsanläggningar, speciellt i känsliga områden (Christensen J, pers.).

Många kommuner understödjer urinsortering med investeringsbidrag, ibland finansierade med statliga bidrag. Erbjudande av investeringsbidrag har gett olika respons. I Västervik har ekonomi, vid sidan av användarvänlighet, visat sig avgörande vid införande av miljö- och kretsloppsanpassade toalettsystem (Fröberg m.fl., 2002). Bidrag har här getts till både befintliga och nya återförande anläggningar, även till komplettering med urinsortering för dem som har kommunalt avlopp. Intresset har varit stort vid både nyanläggningar och vid omställning från vattenburna system till urinsortering med torr fekaliehantering. Många kommuner ger rabatterad bruksavgift, anslutningsavgift och tömningstaxa i olika varianter för att stimulera urinsortering.

Sättet man kommunicerar med berörda kan ha stor betydelse. I Söderköping har en framgångsrik strategi varit att informera kring varför krav ställs på avloppsvatten och hur sökandens närmiljö berörs. Likaså har man betonat att systemen inte innebär någon standardsänkning. I stället för att införa krav har man arbetat in nya tankegångar hos kommunens VA-entreprenörer, handläggare och politiker. Erfarenheter från arbetet visar att en utökad kunskap och intresse krävs till en början, men att det efter en tid inte behövs mer arbete än vid vanlig handläggning (Sandsveden, [www](http://www.sandsveden.se)).

8.2.4.2 Styrning av utförande, funktion och brukande

Näringsåterförande avloppssystem medför nya behov av styrning från kommunens sida jämfört med konventionella system, då det innebär en ny hantering och man vill säkra urinens gödselvärde. Kommuner har hittat olika vägar att gå med hjälp av författningar, olika ekonomiska incitament och information. När det gäller juridiska verktyg finns ibland många osäkerheter då dagens lagstiftning främst är utformad för konventionell avloppshantering. Nedan visas främst på juridiska verktyg, men naturligtvis kan kommunen även här påverka utformning och underhåll via rådgivning och andra informationsinsatser.

Ett sätt är att införa krav i de tillstånd som ges för avloppsanläggningar enligt FMH. Detta får man göra med stöd av MB 16 kap 2 § och 2 kap, 2, 3, 5 §§. I sådana, så kallade **tillståndsvillkor**, införs idag ofta krav gällande utförande, till exempel täthet, uppsamlingstankens storlek och hur tömning ska ske. Miljösamverkan Västra Götaland ([www](http://www.miljosamverkan.se)) har föreslagit vilka krav som ska ställas i samband med tillståndsgivningen för enskilt avlopp med urinsortering. I Göteborg omfattar villkoren att uppsamlingssystemet ska vara varaktigt vattentätt; att kväveförluster ska minimeras; att tankar ska kunna inspekteras och ha nivåalarm; samt att skötsel och underhåll ska ske så att inte olägenhet uppstår. Enligt villkoren ska också endast kommunens entreprenör tömma, för vilken tankens snabbsugning ska alltid vara åtkomlig. Transportväg för tankfordon ska finnas enligt direktiv från Kretsloppskontorets entreprenör. Dessutom krävs att anläggningen ska vara fackmannamässigt utförd och besiktigas av Miljöförvaltningen innan den övertäcks.

Som nämnts kan det vara motiverat att i högre grad än vad som görs idag styra vatteninblandning och avskiljningsgrad. Produktval (till exempel toalettmodell) får dock inte styras via tillståndsgivning. Däremot kan prestandakrav ställas, till exempel gällande toalettens spolvattentillförsel och att en viss andel av näringen sorteras (Kjellgren, pers). Det är då upp till sökanden att visa att kraven uppfylls genom att tillhandahålla produktinformation. Men för att kunna ställa prestandakrav måste det finnas oberoende utvärderingar av tekniska lösningar och anläggningar som kan funktionsprovas, vilket ofta

inte är fallet idag. Enligt Sandsveden (pers.) vore också ett typgodkännande för urinsortering toaletter önskvärt.

Ytterligare skötselkrav än vad som ofta införs i tillståndsvillkor kan vara befogade. Enligt Miljösamverkan Västra Götaland (www) kan man kräva att skötselavtal finns, enligt vilka leverantören utför regelbundna grundliga kontroller och den enskilde står för enklare daglig skötsel och kontroll.

Enligt Rehnström Johansson (1999) kan ingen hyresgäst eller besökare tvingas till det extra ansvar det innebär att sortera urinen på rätt sätt, då inget kontrakt upprättats. Man är beroende av dessas välvilja och engagemang. Krav gentemot fastighetsägaren kan dock ställas. Christensen (J, pers.) bedömer att villkor för egenskaper hos en produkt som återvinns troligtvis kan ställas via tillståndsgivningen för enskilt avlopp.

Den kommunala renhållningsordningen kan också användas för att styra såväl systemutförande, skötsel och hantering. Av Göteborgs renhållningsordning framgår bland annat att kretslopps nämnden (KLN) meddelar anvisningar rörande renhållning och miljönämnden utövar tillsynen över renhållningsordningens efterlevnad (3:6-7). Avfall ska hanteras så att resurshushållning främjas och utrymmen och behållare ska vara beskaffade så att olägenhet inte uppstår (4:1). Slanganslutningar och tömningsanordningar för slutna tankar ska vara av typ som godkänts av KLN (4:3) Slutna tankar ska vara lättillgängliga för tömning och underhållas väl av fastighetsägaren (5:4). Anslutningar ska inte var övertäckta och väg till avfallsbehållaren ska vara lätt framkomlig (5:5) Huruvida säkring av ett avfalls gödselvärde för en lantbrukare inbegrips i 4:1 är en intressant fråga.

PBL kan *eventuellt* användas för att ställa krav på både material, byggnadssätt och teknisk lösningar i områden där detaljplan eller områdesbestämmelser upprättas (Johansson m.fl., 2003). Likaså där allmänna urinuppsamlingssystem inrättas och vid ny- och ombyggnationer, för vilka bygglov krävs. Idag finns bland jurister en oenighet kring PBL: s styrkraft, till exempel huruvida installationer inomhus kan regleras. Göteborgs detaljplaner eller områdesbestämmelser nyttjas idag varken för att styra införande, utförande eller funktion av kretsloppsanpassade va-anläggningar. Krav på byggnadsmålan till byggnadsnämnden råder för installation eller väsentlig ändring av anordningar för avlopp i byggnader eller på tomter (9:2 PBL). Detta krav råder parallellt med tillståndskravet enligt 13 § FMH och ofta delegeras anmälningsärendet till MoH. Byggnadsmålan innebär att kvalitetsansvarig för anläggningen måste utses.

VA-lagen kan, om allmänna urinuppsamlingssystem byggs, tillämpas för att styra skötsel och brukande av system på anslutna fastigheter. Enligt VA-lagen ansvarar fastighetsägaren för att dessa sköts och brukas så skada eller olägenhet för annan undviks. För allmän anläggning ställer VA-lagen krav på brukare avseende det som hålls i avloppet. Enligt Göteborgs ABVA är fastighetsägaren den som ansvarar för avloppsfraktioner från sin fastighet till allmän anläggning. Fastighetsägare får till exempel inte tillföra den allmänna avloppsanläggningen ämnen som kan påverka slamkvaliteten negativt eller på annat sätt medföra skada eller olägenhet. Här nämns bland annat läkemedel och lösningsmedel. Detta verktyg kan givetvis också användas för allmänna urinuppsamlade anläggningar.

Det finns ofta ingen anledning att befara att fastighetsägare som investerat i urinsortering idag skulle låta bli att beställa tömning. Kanske kan dock frågan bli aktuell på sikt, om mindre motiverade fastighetsägare på grund av lagkrav inrättar sorterande system. Enligt Göteborgs lokala föreskrifter för allmänna anläggningar (ABVA) är kommunen inte

skyldig att behandla sådant som med fördel kan tas om hand på annat sätt, vilket tyder på att krav på tömning av tankar med bräddningsledning kan ställas här.

Oavsett vilka författningar som finns kring avloppssystemers brukande är det i praktiken svårt att kontrollera att de följs. Förutom att ställa krav kan kommunen delta aktivt i arbetet för att höja brukares motivation och hjälpa fastighetsägare att säkra en god systemfunktion och gödselprodukt. Man kan till exempel tillhandahålla medel och kunskap för att underlätta för dem att i sin tur kommunicera med sina hyresgäster/besökare. Kommunen kan också göra en komihåglista till fastighetsägaren. Många kommuner har tagit fram informationsmaterial för skötsel och brukande av urinsortering toaletter. I Norrköping får kommunens (nu ca 80) hushåll med urinsortering varje år en liten broschyr som visar vilka miljövinster man medverkat till (Sandsveden, pers.).

8.2.4.2.1 Kontrollmöjligheter

Tillsyn av att tillståndsvillkoren för enskilda anläggningar uppfylls utförs av kommunernas miljö- och hälsovårdsnämnd. I samband med nyinstallationer besiktigas anläggningarna. Besiktningen kan utföras av förvaltningen för miljö- och hälsa eller överlåtas till entreprenören som byggt anläggningen. Alternativt kan någon annan som av fastighetsägaren utsetts till kvalitetsansvarig besiktiga. Besiktningsmannen undertecknar ett protokoll som intygar att villkoren uppfylls. Miljöförvaltningen i Göteborg inspekterar idag samtliga urinsorteringssystem innan de övertäcks (tömningsanordningars utförande kontrolleras av avfallsentreprenören Renova). För miljöförvaltningen är möjligheten att kontrollera alla delar av en anläggning ofta liten. För att uppnå högre säkerhet kan man låta entreprenören som byggt anläggningen få underteckna besiktningsprotokollet, även i de fall besiktning utförs av miljöförvaltningen (Miljösamverkan Västra Götaland, [www](http://www.miljosamverkan.se)).

Då urinsorteringssystem är relativt ovanliga saknas ofta specialkunskaper hos dem som utför installationerna. Inte heller omfattas systemen som andra VVS-installationer av byggnormer eller riktlinjer. Det finns en risk att man inte känner till de speciella kraven på täthet som urinsorteringssystem ställer, utan resonerar som för konventionella lösningar. Detta har ibland lett till att allvarliga brister i installationsarbetet uppdagats långt senare. Erfarenheter från Göteborg visar att även om arkitekter ritat rätt har inte alltid installatörer följt anvisningarna, till exempel när det gäller täthet hos kopplingar och lock. I andra fall kanske också arkitekterna eller konstruktörerna gjort fel. Möjligheten att införa en speciell certifiering för installatörer av miljö- och kretsloppsanpassade avloppsanläggningar har diskuterats (Johansson m.fl., 2003).

Det kan vara svårt för miljöförvaltningar att hinna med löpande kontroll av enskilda avlopp. En möjlighet finns att anlita oberoende kontrollanter (Miljösamverkan Västra Götaland, [www](http://www.miljosamverkan.se)). Krav på dokumenterad egenkontroll kan troligen införas med stöd av 26 kap 1 § MB om ”risk för människors hälsa eller miljön” finns. Enligt Christensen (2003) ingår i detta begrepp även kretslopp. Krav på serviceavtal diskuteras för vissa anläggningar (KÖL, [www](http://www.kol.se)).

Kommunen bör på något sätt hålla sig ajour med vem som ansvarar för funktion och skötsel av systemen och följa upp tömningsintervall och volymer. Om behov finns kan kommunen låta fastighetsägare en gång per år fylla i ett protokoll kring systemets funktion. Om det gäller en allmän urinsortering anläggning ger VA-lagen huvudmannen rätt att inspektera toaletter, ledningar och dess brukande på anslutna fastigheter.

8.3 Tömning och transport

8.3.1 *Transportteknik och utförare*

Möjligheter för att transportera sorterad humanurin i ledningssystem undersöks i ett schweiziskt forskningsprojekt (Novaquatis, [www](http://www.novaquatis.ch)). Transport i tankbil är den teknik som är rimligast idag, då ledningssystem förutsätter ett stort system med många anslutna toaletter. Då det finns ett lagstadgat kommunalt renhållningsansvar för hushållsavfall måste transporten utföras av kommunen eller dess entreprenör. Entreprenören kan till exempel vara ett renhållningsföretag eller en lantbrukare. I kommuner som infört organiserad hämtning av humanurin sköts detta oftast av kommunens entreprenör/enhet med uppgift att transportera slam från enskilda avlopp och slutna tankar. I Göteborg upphandlas avfallstransporterna ofta i femårsperioder. Just nu är det Renova som sköter transporter av avfall från slutna tankar i större delen av kommunen. I vissa kommuner, till exempel Tanum, finns sedan gammalt en tradition av att lantbrukare slamsuger tankar i egen regi (Rolandsson, pers.). Vid införandet av urinsorteringssystem i Tanum sågs det därför naturligt att de lantbrukare som utför spridningen också hämtar urinen. I ekobyar och andra verksamheter med urinsortering hämtas urinen också ofta av lantbrukare.

Lantbrukaren är en av städernas ursprungliga kretsloppsentreprenörer – fortfarande vid 1800-talets slut hämtade de ofta stadens latrin (Wetterberg & Axelsson, 1995). Lantbrukare som intervjuats i denna undersökning är inte främmande för att transport av urin mellan fastighet och lantbruk utförs av lantbrukare. Det krävs dock tillräckligt stora volymer för att bära upp investeringar i rätt fordon. Lantbrukarnas tankvagnar är inte anpassade för vägtransport under längre sträckor, då gräsdäcken slits hårt. Dessutom är traktorn långsam. Om det gäller större volymer och avstånd bör vägtransport därför ske i lastbil. Om många olika entreprenörer anlitas för transporterna minskar kommunens möjligheter att kontrollera att hanteringen sköts på rätt sätt. En fördel med att lantbrukaren utför transporten kan vara att den som ska sprida urinen uppnår en större kontroll av sin gödselprodukt. Direktkontakten mellan fastighetsägare och brukare innebär också en starkare återkoppling. För att få transportera avfall yrkesmässigt krävs särskilt tillstånd av länsstyrelsen. Också gällande transportfordon kan vissa krav finnas. Miljözoner har inrättats i Göteborg och flera andra städer. Dessa kan innebära begränsningar att köra in med vissa fordon, som till exempel traktorer, i staden. Att anlita en traktorburen lantbrukare som tömningsentreprenör är mer lämpligt i glesbygdskommuner.

8.3.2 *Rengöring av bil och tömning*

Om urinen transporteras med bilar som också används för avloppsslam eller annat som kan innehålla patogener eller andra oönskade ämnen måste bilen rengöras innan transport. Likaså är det viktigt att tömningsmomentet sker på rätt sätt så att inte alltför stora mängder kväve förloras. Om tömningen inte sker som den ska finns risk att luftgenomströmning genom uppsamlingstank, slang och bil leder till relativt stor ammoniakavgång. Den som utför transporten bör vara informerad om hur och varför återföringen ska ske och varför det är viktigt att inte kväve avgår. I förebyggande syfte bör noggranna och lättfattliga instruktioner finnas tillgängliga (gärna illustrerade med bilder) i varje bil. Det är viktigt att tydliggöra för entreprenören vad som måste uppfyllas både muntligt och skriftligt. Som nämnts i avsnitt 8.2.4.2 är det också viktigt att ställa krav på fastighetsägaren gällande tömningsanordningar och tillgänglighet.

Entreprenören Renova har sex bilar för transport av flytande avfall av olika slag (Ohlsson, pers.). Till exempel körs avloppsslam från trekammarbrunnar och slutna tankar, fett från restauranger och rens från dagvattenbrunnar. Även farligt avfall som olja transporteras. Efter sådan transport rengörs bilen mycket noga innan vanligt avfall får köras i bilen, vilket också lagen kräver. Mellan körningar av vanliga avfallsslag sköljer man ibland ur bilen med en mobil högtryckstvätt, främst om det finns grus kvar efter dagvattentransport. Om dagvatten från motorled körts är man mera noga. I 99 % av fallen sköljer man med kallvatten, men någon gång har kunder krävt ursköljning med varmvatten varpå man tagit med sig detta i bilen. Då urinen hygieniseras efter transporten bör en ordentlig urspolning vara tillräcklig. Slumpvis analyser av bakterienivåer innan och efter transport kan vara intressant för att verifiera detta.

Vid vårt besök i samband med tömning av Ekologiska huset uppstod svårighet med tömningen. Trots att bilen har en kapacitet om en kubikmeter per minut tog det omkring en timme att fylla i några kubikmeter. Stora mängder luft transporterades genom bilen i samband med tömningen, vilket förmodligen orsakade näringsförluster i form av ammoniakavgång. (Lukten från luften som kom från bilen var ganska kraftig.) Tömmaren var osäker kring hur kranarna skulle stå, vilket visar vikten av att transportören uppdateras med information. Risken för produktförsämring på grund av ammoniakavgång var heller inte känd av renhållningsarbetaren. De noterade problemen kan vara av teknisk natur. Enligt Ohlsson (pers.) kan problem med tömning antingen bero på en läcka på sugledningen, eller att ledningen täppts till av något. Det är ganska vanligt att föremål och makadam från markarbeten hittas i tankar. Det kan också bero på att plasttankens botten av undertrycket sugits upp mot sugningsledningen, om denna mynnar alltför nära botten. Ryckningar som uppkom i slangen tyder på igentäppning, vilken i så fall naturligtvis är nödvändig att åtgärda. Ansvarig för systemet på Lindholmen har erbjudit sig att närvara vid tömning i fortsättningen.

Information till Renovas chaufförer förmedlas idag bland annat vid månadsmöten. Löpande information om körningar får chauffören av en planerare, som i de flesta fall även framför om speciella tömningsinstruktioner finns för fastigheten (Ohlsson, pers.).

Att samordna alla fastigheters tömningar till en gång per år kan innebära fördelar i form av ett bättre utnyttjande av den efterföljande lagringsbehållarens kapacitet, samt att det kan vara lättare att kontrollera att allt går rätt till vid tömning och lagring. I Göteborg är det inte aktuellt att samordna tanktömningar på grund av att alltför stora tankvolymer skulle krävas på enstaka ställen. Maximalt tömningsintervall för slutna tankar regleras ofta i kommunala föreskrifter eller i tillståndsvillkor, men om fastighetsägaren vill ha längre intervall kan man ansöka om det. Transportsträckan bör hållas så kort som möjligt för att minimera energiförbrukningen. Det är en fördel om så stor bil som möjligt används, så länge den fylls upp. Samordning av tömningar av mindre närbelägna tankar kan vara en lösning för att fylla en bil. Renovas bilar rymmer 3, 8, 9 respektive 12 kubikmeter. Ofta är möjligheterna är små att optimera transportvolymen (Ohlsson, pers.).

8.4 Lagring

8.4.1 Utförare och viktiga funktioner

Lagringen av urinen har två huvudsyften, dels hygienisering, dels förvaring i väntan på rätt spridningstillfälle. Kommunen har ett ansvar för omhändertagandet av avfallet och därmed också att se till att hygienisering och förvaring fungerar. Som beskrivits i avsnitt 8.2.1.2 kan tillsluten lagring för hygienisering ske på fastigheten, om två parallellkopplade tillslutbara tankar finns. På detta sätt kan urinen direkt efter uppsamling lagras med flytgödsel eller spridas på en åker. Men det finns flera fördelar med en central lagring. Dels är det troligtvis billigare ur ett samhällsekonomiskt perspektiv, dels ges kommunen och lantbrukaren en ökad möjlighet till kontroll av att lagringen sker rätt. Då det även finns en risk att kvarvarande patogener i slamsugbilar kan kontaminera urinen, innebär ett hygieniseringssteg efter transport en säkerhetsbarriär. I Tanum finns dock inte denna risk då transporter utförs med lantbrukares egna tankvagnar för flytgödsel. Även om hygienisering sker på fastigheterna behövs ett centralt lager som förvaring.

Flera kommuner har köpt in flyttbara kokonger som läggs nära spridningsplatsen. Då Kretsloppskontoret eftersträvar att vara en ren beställarorganisation utan egendom upphandlas de flesta tjänster. Om det visar sig att den bästa lösningen innebär att Kretsloppskontoret äger lagret kan undantag komma ifråga i detta fall. Det förekommer på flera håll att lantbrukare upplåter en arrenderad eller egen lagringsbehållare som inte används. Kommunen kan då behöva stå för eventuellt kompletterande utrustning och kostnader för lantbrukaren. En alternativ lösning är att upphandla hela lagringsmomentet av en entreprenör.

Möjligheten att upphandla lagringen av en entreprenör undersöktes i viss mån. Vid kontakt med avfallsentreprenören Renova framkom att det kan vara en flerårig process att få tillstånd till att inrätta ett lager på något av deras områden, men man är öppna för vidare diskussion (Detterfelt, pers.). Kontakter togs även med lagringsfirman Vopak Logistics AB om bland annat lagrar kemikalier och produkter för återvinning. Denna entreprenör har ett stort urval av lagringsbehållare avseende storlek, lagertemperatur, mm. Det framkom att detta, även med den enklaste behållaren, var ett orealistiskt dyrt alternativ beroende på den långa lagringstiden och den kontinuerliga tillförseln. Den beräknade kostnaden motsvarade 100-150 kr per kubikmeter och år (Lundén, pers.), vilket kan jämföras med urinens alternativvärde som gödselmedel, ca 30 kr per kubikmeter. Möjligheten att nyttja uppvärmd behållare kanske kan vara ett intressant att känna till, då det kanske kan korta lagringstiden, eller om det i framtiden ställs högre krav på hygienisering. Troligtvis bör kommunen äga eller hyra lagret, om inte lantbrukare som tar emot urinen har en tillgänglig behållare.

Lagringen måste utformas så att varje fraktion hygieniseras innan spridning (tabell 2). Vid den tidigare urinåterföringen i Göteborg har entreprenörens chaufför fått en anteckning om att den tömda urinen ska köras till lantbrukaren och att chauffören ska ringa honom först. Lantbrukaren har då sagt vilken av lagringstankarna som ska fyllas och sett till att vägen till lagret hålls fri. Lantbrukaren har sedan ansvarat för att lagringen skett enligt rekommendationerna. Detta kan naturligtvis vara en möjlig lösning som skänker lantbrukaren kontroll över produktens hantering. Då det nu är fråga om större volymer kommer övergripande planering kring lagringslogistik skötas av kommunen, i nära

samarbete med den som ska sprida. För att kunna planera och följa upp att lagringen sker rätt krävs dokumentation kring vilken tank som fyllts.

Även om Kretsloppkontoret blir förvaltare av lagret anser man det inte rimligt att utföra den regelbundna tillsynen. Transportörens besök i samband med fyllning (troligtvis med en till två veckors mellanrum i Göteborg) innebär en viss tillsyn, men ytterligare regelbundna besök av en tillsynsansvarig behövs. Förmodligen är det en fördel om tillsynen av ett fältnära lager kan tilldelas den spridande lantbrukaren eller annan närboende. Ofta har lantbrukare utrustning för att röja och ploga. Med frekventa transporter kan detta dock bli en betydande arbetsinsats vintertid, om lagret förläggs otillgängligt. Systemet bör utformas så att risken för att fel behållare fylls av misstag undanröjs, vilket Stockholm Vatten funnit en god lösning för (se nedan). Ansvarsfördelningen för olika funktioner och kostnader i bör regleras förväg.

8.4.2 Lokalisering

Vid lokalisering av lagret kan det vara lämpligt att noga lyssna till spridarens synpunkter. Exempel på lantbrukares överväganden kring val av teknik och plats för lagring har diskuterats i stycke 6.3.3. Lantbrukare känner också till omgivningen och oanvända behållare som kan finnas. Det förefaller ofta vara en fördel om lagret inrättas nära spridningsplatsen. Det kan då bli lättare att sprida i rätt tid och extra transporter och omlastningar undviks. Ett gårdsnära lager ger lantbrukaren större kontroll över lagringen. Möjligheten med att förlägga hygieniseringslagringen utanför gården tilltalade dock vissa lantbrukare, då man skulle slippa extra tillsyn och upplåtelse av plats för lagringsbehållare. Urinen skulle då kunna tippas direkt i en befintlig behållare med flytgödsel. Det kan förstås också vara en fördel att förlägga lagret till en plats som är tillgänglig för flera lantbrukare. Om det blir fråga om andrahandsupplåtelse av behållare eller mark måste fastighetsägaren bevilja detta. Då fordonen är tunga bör man se till att inte konflikter kring mindre privata vägar kan uppstå, likaså att inte närboende kan besväras av lukt i samband med fyllning.

Lagringsplatsen bör vara lättillgänglig för transport men samtidigt skyddad. Flera av lantbrukarna påpekar att lagring i kokong kan innebära en risk för sabotage. Ett stick med en mattniv räcker för att hundratals kubikmeter urin kan rinna ut. Därför är det rimligast att ha tanken på gården, då har man kontroll. En tillfrågad lantbrukare påpekade att han omöjligt kunde ha kokonger på gården. Mycket ungdomar rör sig på hans mark efter som ett cykelstråk går nära förbi och de skulle kunna lockas att pröva kokongernas hållfasthet. Enligt säljaren är kokonger av märket Hardi säkra att beträda för både människor och djur, dock rekommenderar Jordbruksverket att staket uppförs runt brunnar och behållare för gödsel (Torstensson, pers.).

Vid lagrets placering krävs också hänsyn till miljöskydd och vilka försiktighetsåtgärder som bör göras för att undvika skador i händelse av att en kokong går sönder. Det är viktigt att kontrollera hur terrängen ser ut. Finns näraliggande vattendrag eller vattentäkter som kan ta skada? Kanske finns kulvertar eller dräneringsrör som kan föra läckande urin till vattendrag? Är jorden tillräckligt tät för att hindra att läckage sker nedåt? Fundament och invallningar kan vara nödvändigt för att förebygga skador. Om platsen ingår i ett skyddsområde kan begränsningar finnas.

Val av lagring kan begränsas av myndigheters godkännande. Förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (FMH) reglerar miljöfarlig verksamhet, däribland anläggningar för avfall. Enligt Almbring (pers.) kan urinlagringen komma att klassas som mellanlagring av avfall. Om den totala avfallsmängden är större än 10 ton men högst 10 000 ton vid något enskilt tillfälle krävs då anmälan till kommunens miljönämnd. Jämfört med lagring i tätbebyggda områden minskar lagring i anslutning till gården ofta behovet av säkerhetsåtgärder och myndighetstillstånd.

Olika former av skyddsområde enligt MB 7 kap, som till exempel naturskyddsområde, biotopskyddsområde eller vattenskyddsområde kan påverka möjligheterna till lagring. För vissa finns individuella bestämmelser upprättade av länsstyrelsen eller kommunens miljöförvaltning. För särskilt skyddade områden (till exempel Natura 2000-område) kan ett speciellt tillstånd behövas (MB 7:27-29:b). Vattenskyddsområde för Göta Älvs vattentäkt finns i ett 28 kvadratkilometer stort område, från Lärjeholm och uppströms utmed Göta Älv till Surte. Här krävs en anmälan till kommunens tillsynsmyndighet för hantering och lagring av stallgödsel (länsstyrelsen i Västra Götalands län, 1998), vilket även gäller humanurin.

Miljöförvaltningen i Göteborg vill vara med och bestämma lokaliseringen av lagret. Förmodligen ska lagringen anmälas till miljöförvaltningen, om det gäller lagring i kokonger på lantbruksfastighet eller annan plats. Ansvarig för lagret måste då kunna visa att lagringen sker på säkert sätt. Oavsett hur anläggningen klassas anser Miljöförvaltningen att villkor bör skrivas då det är en tillräckligt stor verksamhet för att man vill förena den med försiktighetsmått (Almbring, pers.).

8.4.3 Utformning

Stora krav bör ställas på lagrets funktion i samband med humanurinåterföring. Lagstiftningen för stallgödsel med krav på täckta behållare och att tömning och fyllning sker slutet i vissa områden är ett minimikrav som inte räcker till för att säkra rätt hantering.

En fördel med att använda flyttbara kokonger är att kommunen inte blir lika bunden till samarbete med en eller några få lantbrukare. Lagringsbehållare kan utgöra stora investeringskostnader, även om kostnaden är relativt låg jämfört med investeringar för uppsamling (avsnitt 4.8). Ibland finns oanvända behållare som kan utgöra fullgoda lager, till exempel i anslutning till industrier. Gamla vattentorn eller järnvägsvagnar kan kanske vara andra möjliga alternativ? Förfogande av oanvända flytgödselbehållare bör undersökas vidare i Göteborg. Flera behållare behövs då, liksom troligtvis tilläggsutrustning i form av ett helt tätt tak och anslutning för bottenfyllning. I trakten finns oanvända behållare, men merparten av dessa behållare förefaller inte vara täckta.

Tömning och fyllning ska kunna ske enkelt. Man bör beakta att stora mängder luft ofta pumpas vid fyllning (minst 1,5 kubikmeter luft måste ut per minut när Renova fyller). En ventil bör därför finnas som kan öppnas bara vid påfyllning och eventuellt tömning. Erfarenheten talar för att det inte finns några problem med att humanurin kan orsaka frätskador på den typ av betongmaterial som används i gödselbehållare (Jönsson, pers.). Möjligen kan det finnas en risk att utstickande armering kan korrodera, svälla och spränga sönder betongen. Enligt Ek (pers.) kan ammoniak påverka behållares tak av stål eller plåt. För själva behållaren finns främst en risk frysskador då urin har bra sprängverkan.

Lagerbehållarnas storlek och antal avgörs av volymen urin som genereras, samt tidpunkt och frekvens för fyllning och tömning. Om alla uppsamlingstankar töms samtidigt en gång per år räcker det med en lagringsbehållare, där allt då kan lagras i minst sex månader innan spridning. I Göteborg, där transporter kommer att ske nästan varje vecka, kommer fler behållare att krävas. Hur länge urinen behöver lagras för att uppnå tillfredsställande hygienisering beror av dess kvävehalt, pH och temperatur, liksom vilken gröda som ska gödslas (se tabell 2). Det är därför viktigt att rådgöra med lantbrukaren vid planering av lagringen. Förmodligen kommer livsmedelsgrödor som ska processas eller fodergrödor att gödslas. Detta förutsätter minst sex månaders lagring i 4°C. Trots att utomhustemperaturen ofta understiger 4°C, bedömer Jönsson (pers.) att motsvarande hygienisering uppnås vid sex månaders lagring i svenskt utomhusklimat, oavsett säsong. Detta då temperaturen i botten på lagringsbehållaren, där de flesta patogenerna ansamlas, troligen inte understiger 4°C. Dessutom överstiger utomhustemperaturen 4°C under större delen av året. Då det dock finns en viss osäkerhet om tolkningen rekommenderas mätning av temperaturen av Jönsson. Enligt Schönning (pers.) kan en längre lagringstid uppväga för lägre temperatur. I Naturvårdsverkets förslag till förordning (2002) jämföras lagring i ett år med lagring i sex månader i 20°C. Då kan samtliga grödor utom vall till foder under året gödslas. Lagringens hygieniserande verkan vid lägre kvävehalter och pH än de som förutsätts i rekommendationer och lagförslag (1 gram kväve per liter respektive pH 8,8) är okänd (Jönsson, pers.). Om man vill ha en extra säkerhetsbarriär kan man låta samma regler som för slam eller övrigt klosettvatten gälla.

Troligtvis kommer tömning att ske fyra gånger per år i Kyrkbyn och minst en gång per år i Ekologiska Huset. Transporter från Universeum och Chalmers Vasa kommer troligen att behöva ske genomsnitt 20 gånger per år per fastighet, med en högre respektive lägre frekvens sommartid. Totalt innebär det omkring 45 transporttillfällen per år. Om spridning ska ske endast i april-juni kommer uppskattningsvis en total lagringskapacitet motsvarande en knapp dubbel årsvolym (ca 600 kubikmeter) att krävas. En beräkning av uppkomna urinvolymer och påfyllningsfrekvens återfinns i bilaga 3.

Stockholm Vatten har erfarenhet av att lagra humanurin i kokonger sedan 1995. Tre kokonger rymmer sammanlagt 450 kubikmeter (figur 12). När en kokong fyllts stängs den till under en hygieniseringsfas, under vilken nästa fylls etc. Kokongerna fylls och töms från botten via ett avloppsrör med diametern 110 mm. Röret har försetts med en snabbkoppling invid en vändplats. Fyllning och tömning fungerar bra, både för transportör och för lantbrukare. Fyllning kan ske med självfall. De som bor på 100 meters avstånd från behållarna har inte besvärats av någon lukt. Under lagringen bildas ett löst slam i kokongernas botten. Innan provtagning eller tömning sänks en dränkbar pump ned i behållarens mitt, vilket fungerar bra som omrörning. Marken ägs av Stockholm Vatten och tillsynen av lagret sköts av de närboende och Stockholm Vatten som har sitt kontor på nära håll. Genom att Stockholm Vatten öppnar och stänger ventiler till respektive tank regleras vilken tank som fylls på och vilka som är vilande. Transportören behöver alltså inte bekymra sig om detta. Behållarna har omgetts av ett staket, men man är inte speciellt rädda för sabotage. Den som sticker en kniv i behållaren löper stor risk att själv bli nerspolad. Kokongerna är också lokaliserade så att ett läckage inte skulle innebära större risker ur miljö- eller hälsosynpunkt. Hål i kokongerna har visat sig enkelt kunna lagas, med hjälp av väv, klister och värmepistol (Qvarnström, pers.).

8.5 Spridning

8.5.1 Att organisera avsättning

Intresset från lantbrukare att använda humanurin har varierat i kommunerna. För att komma i kontakt med lantbrukare kan etablerade kanaler mellan kommun eller andra myndigheter och lantbrukare användas. Miljöförvaltningen och länsstyrelsen kan ha kontakter med intresserade lantbrukare. I Göteborg har fastighetskontorets handläggare av jordbruksarrenden kunnat bistå med förteckningar och tips. De flesta lantbrukare med åkermark är med i LRF (Lantbrukarnas Riksförbund) som har ett stort kontaktnät och medlemsregister. Vissa kommuner har engagerat konsulter eller hushållningssällskap för att upprätta återföring av källsorterade restprodukter. I Vänersborg och Trollhättan gjordes massutskick till samtliga lantbrukare med inbjudan till informationsträffar (Carlsson, pers.). Under arbetet med detta och andra examensarbeten har det visat sig att brev och telefonsamtal med både information och frågor till lantbrukare resulterat i intresse för att diskutera möjligheterna som var över förväntan. Ett förslag från en lokal LRF-företrädare var att i positiv anda beskriva samarbetsprojektet kring återföringen i tidningen Land. I denna undersökning kontaktade lantbrukare underströk vikten av det goda exemplet, att få veta vilka som idag gödslar med humanurin, hur och vilka grödor det passar.

Från och med hämtningen av ett hushållsavfall övergår detta i kommunens ägo (Landervik, pers.). Ofta preciseras inte var ägandet av en restprodukt övergår från kommunen till avnämaren. Huruvida avtal upprättats vid återföring av urin varierar mycket i olika kommuner. Ett skrivet avtal om överlåtande/mottagande kan dock vara bra ur både kommunens och lantbrukares synpunkt då det ger möjlighet till mer eller mindre framförhållning. Kommunen skulle vid upplåtelse av sin jordbruksmark till arrendatorer principiellt kunna ange villkoret att humanurinen ska spridas. Denna strategi kan vara vanskelig, då lantbrukarens intresse och gott samförstånd mellan denne och kommun verkar för en god hantering.

8.5.2 Sprid rätt!

Vid spridningen avgörs om näringsämnena i urinen kommer till nytta, det vill säga om syftet med återföringen uppfylls. Därför är det naturligtvis i kommunens intresse att en hög miljöprofil hålls vid spridning! Redan i planeringsstadiet bör man välja en mark som verkligen har ett behov av både kväve, fosfor och eventuellt kalium.

Enligt FMH 40 § får kommunen införa föreskrifter för spridning av ”*naturligt gödsel, slam och annan orenlighet inom område med detaljplan eller intill sådant område*”. Kommunen får även införa skydd för ytvattentäkter och enskilda grundvattentäkter. Detta ger vissa möjligheter för kommunen att införa bindande regler för spridningen, men de förefaller begränsade till vissa områden. Enligt avfallsförordningen (14 §) kan kommunen meddela föreskrifter om hanteringen av hushållsavfall vilket kanske öppnar en annan möjlighet. I samtliga områden inom en kommun kan kommunen ställa krav på hur spridning ska ske i tillståndsvillkoren vid tillståndsgivning för enskilt avlopp, eller för att bevilja dispens för eget omhändertagande. Men detta gäller förstas endast de fastighetsägare som har kontroll över spridningen – i egen trädgård eller åkermark – på grund av dispens för eget omhändertagande.

Vid kommunalt omhändertagande där urinen överläts till en lantbrukare kan förmodligen inte några bindande kommunala föreskrifter upprättas för att reglera spridningen, förutom i samband med detaljplanelagt område eller vattentäkter. Regeringen och Jordbruksverket kan däremot (med stöd av 12 kap 10 § MB) införa föreskrifter från miljöskyddssynpunkt i fråga om försiktighetsmått för gödselhanteringen. Sådana finns i förordning (1998:915) om miljöhänsyn i jordbruket och SJVFS 1999:79 (ändrad i 2003:66) och innehåller bland annat krav avseende på gödselgiva, spridningstider och nedbrukning inom viss tid. Men högre krav än de som anges i gödsellagstiftningen är befogat i detta fall. Kommunen bör därför upprätta ett avtal med lantbrukaren om hur spridning ska ske.

Vilka villkor som bör ställas för spridningen påverkas av till exempel urinens hygieniska status, volym, gröda och omgivande faktorer. Kraven som bör utarbetas i samråd med den lokala miljöförvaltningen och lantbrukarens uppköpare kan förväntas omfatta teknik, gröda, tidpunkt och plats. För val av gröda ger rekommendationerna (avsnitt 4.7.2) en god vägledning. En förordning som innebär att rekommendationerna (med vissa ändringar) blir lagstadgade kan komma att införas inom kort (Naturvårdsverket, 2002). Om förslaget antas kommer spridning på vallfodergrödor som ska skördas under innevarande kalenderår, samt odling bär, potatis, rotfrukter, grönsaker eller frukt inte att tillåtas (bilaga 4). I Tanum har man infört instruktioner för spridning på jordbruksmark i tillämpningsföreskrifter för sin kommunala avloppspolicy. Dessa är alltså inte bindande i sig, så länge de inte införs i tillståndsvillkor för enskilt avlopp med eget omhändertagande. Här nämns bland annat att spridning ska tillåtas på jordbruksmark och annan mark med lämplig jordmån och växtlighet, vid en tidpunkt då grödan kan nyttja urinens näring. Spridning får inte ske på vallgröda som ska skördas/betas inom tio månader. Marknära spridningsmetod och direktnedmyllning bör väljas. Humanurin som inte hygieniserats betraktas som slam och ska (enligt slamlagstiftningen) nedbrukas samma dag. Också Miljösamverkan Västra Götalands (www) policymall för enskilt avlopp innehåller förslag på vad som ska krävas vid spridning på jordbruksmark. Dessa liknar de ovanstående. Här föreslås att nedbrukning ska ske inom 24 timmar, vilket dock är en alldeles för lång tid i detta sammanhang.

När det gäller eget omhändertagande med spridning i trädgård har många kommuner arbetat fram instruktioner för vad som ska krävas vid tillståndsgivningen. Ofta nämns lagringstid, minsta spridningsyta, utspädning och gröda. För att få installera urinsorterande system i Göteborg ställs idag främst krav på att en viss spridningsyta ska finnas på fastigheten. I Miljösamverkan Västra Götalands (www) policymall för enskilt avlopp föreslås bland annat att spridning i egen trädgård ska ske under växtsäsongen på en bevuxen yta om minst 500 kvadratmeter per person. Vidare ska inte sprinklers eller vattenspridare nyttjas och urinen ska spädas med vatten (5-10 gånger). Enligt Jönsson (pers.) är dock spädning inte nödvändigt om urinen vattnas ned i samband med spridningen. Inte heller krav avseende lagringstid är motiverat när det gäller mindre system med ett hushåll, då en direkt överföring person till person starkt överväger för möjliga patogener.

Hur långt kommuners praktiska engagemang för spridning sträcker sig varierar. I Stockholm har det kommunägda företaget Stockholm Vatten stor delaktighet i spridningen. Man är den som hyr in och bekostar spridningen som sedan sker på företagets egna åkrar, vilka arrenderas av lantbrukare. Stockholm Vatten och lantbrukaren planerar gemensamt spridningen när lagret är fullt. I Tanum träffas lantbrukare som hämtar urin, miljöavdelningen, miljö- och byggnadsnämnden samt renhållningsansvarig två gånger per

år för erfarenhetsutbyte och för att få till stånd förbättringar (Tanum, [www](#); Rolandsson, pers.).

Lantbrukare har ofta en stor erfarenhet av stallgödselhantering och kännedom om lokala produktionsfaktorer. Olika bedömningar kring möjligheter att hantera urinen kan bero av skillnader i faktorer som jordart, klimat och utrustning på den egna gården. Däremot varierar kunskapen kring humanurin. Det är lätt att förväxling görs med den djururin som man är van vid. Många bedömer till exempel humanurinens näring bäst passar på vallgröda, troligen på grund av missuppfattningen om att det finns lika mycket kalium respektive lika lite kväve i humanurin som det normalt finns i lagrad urin från nötkreatur. Lantbrukaren har ett intresse av att så mycket av näringen som möjligt ska komma tillgodo, men måste samtidigt ta ställning till andra faktorer som påverkar företagets vinst. Till exempel läglighet (om andra sysslor är mer lönande) och att undvika markpackning. Det är också olika hur tillskottet av näringsämnen värderas. Ofta ses inte stallgödsel som speciellt värdefullt, gödslingen kan snarare ses som en form av kvittblivning. Kanske för att näringsinnehållet ofta är lågt då mycket av näringen idag förloras i stall, lagring och spridning, samt för att det i vissa djurtäta områden finns ett överskott av stallgödsel. Det finns med andra ord ibland en risk för att urinen inte hanteras rätt.

Lantbrukaren måste göras införstådd med vikten av att spridningen sker på rätt sätt. Att, som många kommuner idag gör, verka i nära samspråk med spridande lantbrukare skapar goda förutsättningar för detta. Den förbindelse om överlåtelse av urin och spridning som upprättas mellan kommunen och spridaren bör även omfatta hur spridning ska ske. Likaså bör dokumentation över spridningstillfälle, mängd, hygienisering och fält krävas. Dessa villkor kan förstås också innebära att kommunen måste erbjuda de resurser som lantbrukaren kan behöva för att ha möjlighet att sprida på rätt sätt.

Att på olika sätt följa upp urinens gödseffekt är naturligtvis intressant, för lantbrukare för att få klarhet i vilken nytta urinen ger, för kommunen för att se hur näringen kommit till nytta. Möjligheten att göra fältförsök kan i realiteten begränsas av att de är mycket kostsamma, samtidigt som resultaten i hög grad styrs av årsmånen. Lantbrukaren själv kommer förstås att kunna jämföra skördeutbyte jämfört med annan gödsling och delge kommunen sina iakttagelser. Om möjlighet finns kan spridningsplatsen utgöra en demonstrationsodling för studiebesök, i syfte att informera om kretsloppsfrågor och ge återkoppling till brukare av urinsortering toaletter.

8.6 Finansiering

Lantbruks- och livsmedelsbranschen har målsättningen att näringsämnen ska återföras till jordbruksmark. Kretsloppskontorets förhoppning var att aktörer i dessa led skulle ingå i ett samarbete kring finansiering av kretsloppsanpassningen. LRF gav beskedet att man inte kan bekosta enskilda återföringsprojekt (Eksvärd, pers.). Lokala och regionala LRF-företrädare (Nordgren, pers.; Johansson R, pers.) var som nämnts positiva till kommunens initiativ, men ifrågasatte gödslingens företagsekonomiska potentialer. Man ansåg att samhället måste leda utvecklingen i detta skede. Ett förslag var att sprida som försöksverksamhet tills det visat sig fungera. Man såg inte någon stor risk i att humanuringsgödsling ska leda till samma "svartlistning" av åkermark som slamgödsling gjort, men påtalade att det är viktigt att ha ett avtal där ansvarsfördelningen slås fast i ett sådant läge.

Även samtal med lantbrukare speglar lokala LRF: s ståndpunkter. Samtliga som tillfrågats menar att de åtminstone måste få urinen gratis levererad till gården om det ska kunna vara ekonomiskt intressant. Det anses inte heller möjligt med extra investeringskostnader för lagringen. Fler bedömer att urinens näring bör kunna bekosta spridningen, men när det kommer till kritan om huruvida man själva i sitt eget lantbruk skulle kunna använda urinen, uttrycker många att de först i så fall måste få pröva vad de får ut av gödslingen. Någon tar upp att man faktiskt samtidigt utför en tjänst som avfallsbehandlare, vilket man borde få betalt för. En annan uttrycker att *"Utgångspunkten är väl att samhället tar initiativet, marknaden får sedan sätta priset när systemet är etablerat"*. Några lantbrukare påpekar i likhet med lokala LRF att man vill ha någon typ av försäkring mot eventuella kostnader för sanktioner. Flera vill att kommunen ska ta aktiv del i spridningen. *"Samhället måste ta en stor del av ansvaret, annars är det ingen seriös lantbrukare som är villig att ta det. Det ska framstå som ett gemensamt åtagande som lantbrukare och kommun gjort, så att det inte framstår som att man bara velat nyttja billigare gödsel!"* Någon menar att spridning främst bör ske på kommunens egen åkermark eftersom jordägaren drabbas i första hand om marken blir svartlistad.

I avsnitt 4.8 framkom att kostnader för omhändertagandet i form av transport, lagring och spridning (ca 140 kr per person och år) bör kunna täckas av tömningsavgiften som fastighetsägare i Göteborg betalar (i storleksordningen 160 kr per person och år). I själva verket kan förmodligen något högre kostnader förväntas med urinsortering än med konventionellt omhändertagande, då det kräver extra insatser för administration, kontroll och information. Avfallshanteringen finansieras normalt via de avgifter som invånarna betalar. Finansieringen av en tjänst, t ex. hämtning av urin, måste dock inte bära sina egna kostnader då kommunen har möjlighet att subventionera vissa tjänster (Aarsrud, pers.). I flertalet kommuner står förmodligen lantbrukare idag för spridning, i utbyte mot gratis näring. Men på flera håll finansierar kommuner denna. I Tanum är det betalningen för utförda tanktömningar som är den intressanta intäkten för lantbrukare (Fernholm, 1999). En parallell kan göras med återföring av slam, då lantbrukare ofta fått spridningen betald. Kretsloppskontoret anser att det självklart inte får innebära ekonomiska nackdelar för lantbrukare att ta emot urinen. Man kan tänka sig att bekosta en stor del av hanteringskedjan om nödvändigt, men man vill inte i detta skede gå ut och lova ersättning för spridning. Grunden för hela systemet är ju att urinen skall innehålla nyttigheter som har ett värde. Utgångspunkten är att hitta en lantbrukare som har tillgång till rätt lagrings- och spridningsutrustning och att kommunen inte ska behöva betala för spridningen.

Hur finansiering av spridning sker måste avgöras från fall till fall. I överväganden kring finansiering av lagring och spridning bör utgångspunkten vara att syftet uppnås – att så mycket av urinens näring som möjligt tillgodogörs som ersättning för handelsgödsel. För detta är det viktigt att spridning sker rätt, vilket kan innebära utgifter som lantbrukare inte har incitament att stå för. Lantbrukarnas osäkerhet för vad ett åtagande att sprida innebär är förståelig. Därför kan kommunal finansiering speciellt vara berättigat tills lantbrukaren ser nyttan med återföringen. Ansvarsfördelning och finansiering av olika poster bör regleras i avtal mellan kommun, entreprenörer och avnämare. Även om risken för att uringödslad mark i framtiden skulle svartlistas av uppköpare som nu godkänner gödslingen är mycket liten, kan det vara motiverat med ett avtal kring ansvarsfördelning även i detta fall. Ett sätt att lösa denna fråga kan vara att betala en årlig riskpremie till lantbrukaren, en ersättning för den risk han är villig att ta.

8.7 Övergripande produkt- och systemsäkring

Detta avsnitt sammanfattar vad kommunen bör göra för att säkra målet med återföringen. Utgångspunkten är förhållanden i Göteborg, men mycket av resonemanget gäller på andra platser. Ytterst är målet att främja en god miljö, hälsa och resurshushållning. Återföringen ökar förutsättningarna för att uppnå detta jämfört med konventionell avloppshantering, samtidigt som den också innebär en del nya riskmoment. Ur hälsosynpunkt finns (både vid konventionell hantering och humanurinåterföring) risk för intag av läkemedelsrester eller kemikalier, samt överföring av smitta till människor och djur. Negativ miljöpåverkan uppstår på grund av utsläpp av skadliga ämnen, till exempel vid transport, handelsgödseltillverkning eller avlopp. Resurshushållning handlar i detta sammanhang om fossila bränslen, fosfor, kalium och svavel. För att målet med resurshushållningen ska infrias krävs att urinen är intressant som gödselprodukt för avnämaren.

8.7.1 Miljö- och kvalitetssäkring av återföring

Kvalitetssäkrande åtgärder i samband med återföring av restprodukter till jordbruk har praktiserats länge. Lagstiftning kring slam finns sedan 1970-talet (Augustinsson, 2003). Förslag till nytt regelverk med ikraftträdande 2005 omfattande humanurin och andra avloppsfractioner har utarbetats av Naturvårdsverket (2002). Kraven inkluderar hantering, saluhållande, innehållsdeklaration, provtagning och analys, registerhållning och rapportering (bilaga 4). Utöver lagstiftningen upprättas ibland kvalitetssäkring i form av förbindelser eller överenskommelser mellan aktörer, att en produkt eller verksamhet ska vara på ett visst sätt. Cerealias och Arlas kriterier för godkännande av enskilda återföringsprojekt är ett exempel på en sådan överenskommelse. Gentemot Cerealia är kommunen den som åtar sig ansvaret. Arlas kriterier för humanuringsgödsling av kofoder (avsnitt 6.6.4) avser däremot mjölkleverantören. LRF var 1994 missnöjt med de kvalitetskrav på återfört slam som EU-lagstiftningen slagit fast. Lösningen blev en överenskommelse mellan LRF, VAV och SNV om kvalitetssäkring vid användning av slam i jordbruket där högre krav skulle ställas.

Efter slamöverenskommelsen upprättades lokala samrådsgrupper för att kontrollera om kvalitetskraven efterlevdes. Ibland har även återföring av humanurin hanterats inom ramen för dessa. Andra sätt att se till att kraven uppfylls är att begära in beskrivningar av system, hantering och hur uppföljning sker, eller kopior på analysresultat. Ibland granskar någon utomstående – en tredjepart – att kriterierna uppfyllts för att ett visst kvalitetsmärke ska kunna användas. Då finns noggrant utarbetade certifieringsregler för hur produkten eller verksamheten ska ske. Framställda system för tredjepartscertifiering finns idag för återföring av kompost och rötrest, biomull (slam) och för ReVAQ:s verksamhet. Att ta fram certifieringsregler för en produkt eller verksamhet och att anlita ett oberoende kontrollorgan kan vara kostsamt.

8.7.2 Säkring av system och hantering

Om lantbrukaren nu eller i framtiden vill sälja sin gröda från de gödslade fälten, alternativt fodra kor med gröda från dessa fält, kommer sannolikt de krav som ställs av Cerealia respektive Arla att behöva uppfyllas.

Hur man kan arbeta för att säkra systemens utförande, funktion och brukande på fastighetsnivå har redan tagits upp i kap. 8.2. Det handlar till stor del om att kommuner har

en löpande kontakt med fastighetsförvaltare, där man både ställer krav och arbetar tillsammans med dem för att säkra systemets funktion och öka brukares kunskap och motivation. De krav som här ställts från uppköpare kring uppföljning av användning av rengöringsmedel och information till brukarna måste uppnås. Till hjälp för uppföljningen kan man låta ansvarig för respektive uppsamlingssystem fylla i ett speciellt protokoll gällande systemets skötsel och brukande. Analyser av urinen bör göras, till en början årligen (se nedan). Andra viktiga funktioner att säkra är att uppsamlingstankar töms, att transportbilen rengörs och att tömning och fyllning fungerar utan kväveläckage. Planering av lagringen kräver att transporterade volymer är kända. Den ordinarie administrationen kring tömning kan ofta användas, men kan behöva utökas. I Göteborg dokumenteras idag volymer, fastighet och datum, vilket möjliggör uppföljning av tömning och omhändertagna volymer. Ett särskilt protokoll för urintransport bör fyllas i av chauffören, avseende namn, rengöring av bil, tömd respektive och fylld tank, etc. Protokollet ger kommunen ökad möjlighet till uppföljning och påminner chauffören om hanterings betydelse.

Kommunen bör ha det övergripande ansvaret för att lagringen sker rätt, så att varje fraktion hygieniseras tillräckligt. Vid fyllning av Stockholm Vattens lagringsbehållare kan man i förväg reglera med ventiler vilken tank som fylls på, vilket gör att transportören inte behöver tänka på detta. Andra sätt är att kommunen eller kanske lantbrukaren meddelar chauffören vilken tank som ska fyllas inför varje transporttillfälle. Man kan annars låta något konkret tecken, till exempel en skylt, visa vilken tank som ska fyllas. Ett transportprotokoll möjliggör bättre uppföljning också här. För att säkra att urinen sprids på avsett sätt och att spårbarhet finns i form av dokumentation kring vilka fält urinen spridits på bör lantbrukaren anteckna datum, volymer, från vilken tank den spridna urinen tömdes, spridningsteknik, gröda, fält och eventuella problem. För att underlätta uppgiften bör kommunen ta fram en dokumentmall till lantbrukaren. De av lantbrukaren antecknade uppgifterna kan sedan med jämna mellanrum sändas till kretsloppkontoret som ansvarar för kvalitetssäkringen. Informationen bör lagras en tid för säkring av spårbarhet och som underlag till uppföljning av återföringen. De krav som Arla och därmed även Lantmännen Foder ställer är riktade mot leverantören, det vill säga lantbrukaren. Lantbrukaren måste kunna visa för Arla och foderbranschen att kraven på verksamheten på fastigheter och i följs. Detta kan vara svårt och innebär ett visst merarbete för lantbrukaren. Kommunen måste därför tillhandahålla nödvändiga dokument om hur detta följs liksom en garanti att det följs. Cerealias godkännande kräver istället att Göteborgs kommun tar huvudansvaret, vilket förutsätter kommunens insyn i hanteringen på gårdsnivå eller att ett avtal upprättas.

8.7.3 Analyser

Behovet av analyser bör bestämmas utifrån det system och den hantering som tillämpas. Vissa analyser är mycket dyra vilket gör kostnaden kan innebära en begränsning. För endel ämnen finns idag inte standardiserade metoder utarbetade för mätning av urin och att ta fram sådana kan bli kostsamt. Vissa ämnens analysresultat har stora osäkerhetsmarginaler, vilket minskar motivet att mäta, i andra fall kan det vara alltför troligt att halterna hamnar under detektionsgränsen för nuvarande mätmetoder. När man funderar kring vad man vill analysera måste man också fråga sig vilket värde resultatet egentligen har – finns tillräcklig kunskap om ämnets påverkan för att utvärdera resultatet?

För att kontrollera urinens funktion som gödselmedel och att hanteringen fungerar bör dess innehåll av kväve och fosfor, gärna också kalium, analyseras. För godkännande av

gödslingen kräver Cerealia analyser av salmonella. När det gäller smittämnen finns det enligt Jönsson (pers.) ingen egentlig anledning för analyser. Säkerhet uppnås även vid ordentlig inblandning av fekalier, om man följer rekommendationerna för lagring. Cerealias krav har förmodligen satts för att försäkra sig om sina kunders förtroende – salmonellainfektion är ett stort hot mot djurproducerande gårdar. Detta är förstås ett viktigt argument. Salmonella är dock dyrt att analysera. Då E. Coli uppför sig ungefär som salmonella, kan denna analys vara ett mer ekonomiskt alternativ, om uppköpare anser att det är tillräckligt bra för förtroendet. Mycket lite metaller kan förväntas i urinen i sig, till exempel jämfört med andra gödselmedel (Vinnerås, 2002). En risk för kontaminering finns förstås om urinen någonstans i systemet kommer i kontakt med korrosiva metaller. Detta förefaller vara uteslutet i systemen i Göteborg, men eventuellt kan det vara intressant med extra kontrollmätningar av urinen i Chalmers Vasa då spolvatten här samlas upp från taket. Cerealias krav på analyser av kadmium är troligen – i likhet med resonemanget för salmonella – en förtroendefråga då hälsorisker med kadmiumhaltiga gödselmedel ofta diskuteras, och kravet bör därför höras.

Vissa lantbrukare efterfrågar analyser av hushållskemikalier. Möjligheterna till analys och vilka ämnen som kunde vara lämpliga undersöktes, bland annat i diskussion med personal vid Kemikalieinspektionen (Thoran, pers.). I resonemang kring vilket ämnen som ska provtas bör man utgå från vad som troligast hamnar i en toalett, till exempel rengöringsmedel eller skurvatten. Ett dilemma är att ämnena ofta måste analyseras ett och ett. Vi använder omkring 30 000 olika kemikalier i våra hushåll idag. Om något av misstag eller okunskap skulle ha tillförts urinen är chansen inte stor att just detta ämne tillhör de man valt att analysera. Ett alternativ kan vara att välja att analysera några av de kemikalier som idag provtas i slam, vilket ger en möjlighet att relatera riskerna till detta. Då analyser av kemikalier är kostsamma är det förmodligen bättre att lägga kraften på att informera brukare om vikten av att inget olämpligt tillförs. I intervjuerna med hushållen i Kyrkbyn som gjordes av Rehnström Johansson (1999) framkom att det är ovanligt att de spolar ner obehörigt i stora skålen och att ingen hade använt propplösare. Detta verkar betryggande ur denna aspekt. Dock kan brukares beteende ha ändrats under åren och om stopp uppstått i toaletterna. Enligt kemikalieinspektionen är de flesta rengöringsmedel som används idag lätt nedbrytbara. Några lantbrukare efterfrågar analyser av läkemedelsrester. Även Cerealia betonar intresset av analyser läkemedelsrester i framtiden, när mer kunskap möjliggör en riskbedömning. Idag saknas ofta tillförlitliga metoder att mäta halter av läkemedelsrester (Socialstyrelsen, 2001). Det vore också svårt att dra slutsatser kring ett analys svar, då kunskaperna kring läkemedelsresters effekter på miljö och hälsa är små. Samtidigt kan man i förväg veta att en viss mängd av vanligt förekommande läkemedel som hormoner och antibiotika kommer att finnas i urinen.

Till en början bör prover tas i uppsamlingstankarna minst en gång per år, vilka analyseras avseende pH, kväve, fosfor, kalium och konduktivitet (Jönsson, pers.) Detta är viktigt för att skapa sig en bild av hur återföringen fungerar på fastighetsnivå. Samma analyser, men utan metaller bör göras årligen efter lagring inför spridningen. För Cerealias godkännande krävs i detta fall att även kadmium analyseras på fastigheterna. Proverna kan tas av kretsloppskontoret eller någon som anlitas. Lantbrukaren kan naturligtvis också anlitas för att ta proverna och transportera dessa till laboratoriet. Om inte analysresultatet finns inför spridningen kan lantbrukaren eller kommunen analysera urinens kväveinnehåll på plats, med hjälp av ”Kväveburken” (se nedan). Lantbrukarens egna mätresultat bör i så fall skrivas ner tillsammans med annan information kring spridningen. Då Kväveburken är

relativt dyr bör troligtvis kommunen tillhandahålla utrustningen. Då urinen skiktat sig under lagring så att en högre andel näring och smittämnen kan förväntas i botten bör omblandning helst ske innan provtagning. Ett annat alternativ är att ta provet i mitten av tanken. Om en del av urinen är eller nyligen varit frusen kan detta påverka homogeniteten, då vattenfasen fryser först. Kärnen bör slutas till noga och transporteras direkt till laboratorium. De får inte frysas före analys av kväve (Jönsson, pers.).

Möjligheter att enkelt mäta urinens kväve på gården finns med Kväveburken (Agros, www). Enligt tillverkaren mäter denna halten av växttillgängligt kväve (ammonium) med samma noggrannhet som laboratorietester och fungerar bra för humanurin (Englund, pers.). Mätningen tar omkring fem minuter och svaret visas som kilo kväve per kubikmeter gödsel. Burken kostar 3200 kr plus moms, inklusive reagensmedel för 30-50 analyser. För fosfor och kalium finns ingen motsvarande mätutrustning för urin.

8.7.4 Kvalitetsgaranti

Tillfrågade lantbrukare efterfrågar kvalitetsgaranti på urinen. De krav på kvalitetssäkring som uppköpare ställer på produkt och verksamhet är positiva för lantbrukaren då det förmodligen leder till bättre kvalitet på produkten. Men ett kontrakt gällande produktens kvalitet kan även behöva upprättas mellan lantbrukaren som köpare/mottagare/nyttjare av urinen och kommunen som säljare/upplåtare. Vad detta ska omfatta bör diskuteras mellan kommun och avnämare i varje enskilt fall, men ett visst innehåll av kväve är naturligtvis rimligt. Om urinen är alltför utspädd kommer kostnaden för spridningen att överstiga urinens värde (kap. 6.5). Detta måste då på något sätt kompenseras ekonomiskt av kommunen, kanske i form av att ersättning ska utgå för spridning.

8.7.5 Att säkra kontinuitet och förbättring

Kommunen har som initiativtagare och renhållningsansvarig huvudansvaret för att skapa förtroende och motivation för de inblandade. Detta förutsätter en kontinuerlig dialog och att fora för detta skapas och upprätthålls. Minst en gång om året bör ett möte hållas med representanter från hela kedjan, toalettbrukare, fastighetsskötare, transportör, lantbrukare och eventuellt uppköpare. Vid ett sådant möte ges möjlighet att ställa frågor direkt till varandra – så att var och en blir medveten om vikten av sin medverkan och hur man kan underlätta för andra att utföra sin del. I samband med mötet bör återföringen utvärderas utifrån aktörernas synpunkter och ovan nämnda protokoll kring hantering och resultat. Olika förbättringsåtgärder bör diskuteras och en handlingsplan upprättas. Utvärderingen kan användas som underlag till den årsrapport som uppköpare efterfrågar. En tydlig arbetsplan bör finnas för de nyckelpersoner som ansvarar för att driva och följa upp återföringen. Detta för att säkra att viktiga funktioner upprätthålls utan att vara alltför beroende av vissa individer. En beskrivning av vem som ansvarar för vad bör ges till alla medverkande. Kommunen har ett ansvar för att bevaka och förmedla teknik- och kunskapsutvecklingen på området, så att nya rön införlivas i system och hantering.

9 AVSLUTANDE REFLEKTIONER

Studiens utgångspunkt och övergripande syfte var ”att undersöka hur näringen i källsorterad humanurin från fastigheter i Göteborg ska komma tillgodo som en resurs i lantbruket och i park- och fritidsverksamhet, samtidigt som belastningen på miljö och ändliga resurser minskar”. Jag har inte presenterat några heltäckande paketslösningar för detta. Snarare har nuvarande förutsättningar och valmöjligheter för olika områden klarlagts, så att läsaren ska kunna bilda sig en egen uppfattning. I detta avslutande kapitel skulle jag vilja spinna vidare på några tankegångar och blicka framåt.

Det är intressant att fundera kring hur olika faktorer kan komma att påverka den ekonomiska drivkraften för återföringen. En blick på spridningskalkylen visar att den ekonomiska drivkraften borde kunna ökas genom att höja näringshalterna i den sorterade urinen. Samtidigt kan alltför höga krav avskräcka människor från att välja sorterande system, om dessa krav innebär en minskad bekvämlighet. Modeller som tillför mindre spolvatten utan att innebära minska bekvämligheten bör väljas/utvecklas av detta skäl. Den nedre gränsen för koncentrationen avgörs av vad vi är beredda att betala för näringens kretslopp, eftersom samhället får vara berett att bekosta större del av återföringen när näringskoncentrationen sjunker. Den näringslösning som fås med urinsortering brukar dock vara i storleksordningen tio gånger mer koncentrerad än den som fås med svartvattensystem (varifrån näringen också ofta är avsedd att spridas på åkermark).

Kommunens föresats var att urinen skulle kunna avsättas i lantbruk utan att ersättning utgick för spridning, något som dock inte visade sig självklart. Alternativa gödselmedel är idag alltför billigt för att gratis mottagande av humanurin ska vara ett intressant för många lantbrukare. Hur mineralgödselpriserna kommer att utvecklas inom den närmare framtiden är svårt att säga. Den skatt på handelsgödsel som finns sedan 80-talet (som för kväve utgör ca 22 % av dagens pris) har ifrågasatts och kan komma att avvecklas. Detta trots att den synes ha lett till avsedd minskning av kadmiumtillförsel och övergödning och samtidigt ökat lantbrukarnas medvetenhet om utlakningsproblematiken (Naturvårdsverket, [www](http://www.naturvardsverket.se)). På sikt kommer priserna på gödselmedel sannolikt att stiga och skapa ett större intresse för stallgödsel och samhällets näringsrika restprodukter. Livsmedelsföretagen, SNF och LRF (Li m.fl., 2002) bedömer att brist på rena bränslen leder till en kraftig prishöjning på kväve inom ett par decennier. Fosfor- och kaliumpriserna antas öka väsentligt inom 100-300 år.

Om humanurin var tillåtet i ekologiskt jordbruk skulle efterfrågan öka, då kostnaden för ekologiska gödselmedel ofta är mer än dubbel jämfört med konventionell handelsgödsel (Andersson, pers.). Utsikterna för ett framtida godkännande i ekologisk produktion är osäkra. När Sverige väckte frågan i EU några år efter inträdet var förståelsen för förslaget liten, vilket kan bero på att diskussioner kring kretsloppanpassning av restprodukter inte hunnit lika långt i alla delar av gemenskapen (Riksdagen, [www](http://www.riksdagen.se)). Dessutom fanns ännu inte någon hygienisk riskanalys vid denna tid, då BSE-debatten i full gång. En bedömning från Fridh (pers.) är att det troligtvis kommer att dröja minst något decennium innan samtliga länder inom EU kan tänkas bifalla gödsling med humanurin i ekologiskt jordbruk. Sverige bör fortsätta arbeta för möjligheten till användning av humanurin inom det ekologiska jordbruket i Europa. Kanske kan fler och mer geografiskt spridda erfarenheter från användning i konventionellt jordbruk, samt ytterligare forskning med tiden öka möjligheterna att finna gehör för ett godkännande. Det lär trots allt dröja länge innan urinens gödselvärde blir en *avgörande* drivkraft för utbyggnad av urinsortande system, då investeringskostnaderna på fastighetsnivå kvarstår som långt mer betydande.

Vi har sett att uppköparnas inställning till att köpa humanuringödsblad gröda kan innebära betydande begränsningar för kommuners möjlighet till avsättning av källsorterad urin. Särskilt i områden som Göteborgs-, där spannmålsarealen är liten. Det har varit ganska tidskrävande att få lantbrukets uppköpare att ta ställning till vilka villkor som ska gälla för humanuringödslande leverantörer/återföringen. Förmodligen eftersom de ofta inte har tillräckligt intresse för att hantera den komplexa frågan. Även om mindre uppköpare ofta följer de ledande uppköparnas ställningstaganden finns idag inga enhetliga besked från branschen utan var och en gör sin egen bedömning. Tydligare spelregler hade naturligtvis underlättat upprättandet av återföringen. Den kommande lagstiftningen som också uttryckligen omfattar humanurin har funktionen att skapa en trygghet för uppköpare, då man kan hänvisa till att myndigheter har behandlat och tagit ställning till vad som kan tillåtas. Men ytterst är det alltid slutkonsumentens ställningstagande som avgör hur uppköpare agerar.

Man måste ha förståelse för uppköparens tvekan. Om deras varumärken skulle komma att förknippas med något riskfyllt kan intäkter för mångmiljonbelopp snabbt gå förlorade. Däremot har man inte så mycket att vinna på att sälja humanuringödsblad gröda. Konsumenternas medvetenhet har stor betydelse här, i dubbel bemärkelse. Dels är värdet av kretslopp av näringsämnen idag helt okänd för många konsumenter. En vara som gödslats med humanurin eller annat gödsel från samhället har alltså inget mervärde för slutkonsumenten och därmed inte heller lantbrukets uppköpare. Nyttan med systemet och vad som kan hända om vi inte uppnår kretslopp måste därför bli mer allmänt känt. Att urinsorteringssystem byggs och demonstrationsspridning sker i samhället har förmodligen en viktig funktion för detta. Likaså innebär konsumenters okunskap att en artikel i pressen med vinklad information kan få genomslagskraft, med negativa följder för livsmedels- och foderbranschen. Naturligtvis kan man upplysa människor om att det exempelvis finns skäl att anta att spridning av urin på åkermark inte ökar risken för exponering jämfört med dagens utsläpp av läkemedelsresterna till vatten. Men i praktiken kan det kanske vara svårt att nå ut med sådan information, om allmänhetens intresse för frågeställningen inte är så stort. Även om antagandena kring riskerna är välgrundande gör också avsaknaden av en utförlig riskanalys att ett ifrågasättande av återföringen i media är svårare att bemöta.

Enligt Jacobsson (pers.) ser spannmålsbranschen en risk just i att humanuringödsblad kan betraktas som något spektakulärt. Vore det mer vanligt och etablerat skulle de inte vara så tveksamma. Till exempel ifrågasätts inte all dagliga gödselmedel så ofta av konsumenter, trots risker med kadmium och veterinära läkemedel. Men när något nytt införs vill vi helst få klara besked att det är riskfritt, vilket är en omöjlighet med den här typen av system. Det finns helt enkelt alltför lite kringkunskap för att kunna uttrycka sig i absoluta termer, till exempel om hur det stora antal smittämnen som kan finnas beter sig, eller hur olika läkemedelssubstanser kan brytas ned och bilda synergieffekter. Samtidigt får man inte heller glömma att det finns risker med det mesta, till exempel stallgödsel, att gå på offentliga toaletter och med fåglar som rör sig fritt mellan olika platser. Till och med kan mycket giftiga ämnen som dioxin bildas naturligt i marken. Riskerna med det som vi är vana vid reflekterar vi ofta inte så mycket över. Visst finns det en sundhet i att vara avvaktande för det oprövade. Men riskerna kan lätt överdimensioneras – en nyanserad diskussion är önskvärd, där riskerna sätts i relation till de risker som redan finns. Detta kan vara svårt att uppnå då kunskapsnivån är låg, vilket motiverar ytterligare forskning på området och att kunskapen kring riskbilden ökar både ute i kommuner och hos den vanliga konsumenten, via information, utbildning och konkreta återföringsverksamheter.

Med rätta ska sägas att lantbrukskooperationen och en del andra uppköpare sedan länge har engagerat sig i frågan kring gödsling med restprodukter. Den främsta utgångspunkten för engagemanget var förmodligen att man inte ville stå i vägen för lantbrukare som såg ekonomiska möjligheter med slamgödsling. Men på senare tid har man i högre grad uppmärksammat kretslopp av näring som ett självändamål. LRF har som nämnts klara målsättningar om kretslopp där man förespråkar återföring av källsorterade fraktioner. Man deltar också i en löpande dialog med lantbrukets uppköpare kring detta. I dokumentet *”Riktlinjer för hållbar användning av växtnäring från samhällets flöden av organiskt material”* (Li m.fl., 2002) har Livsmedelsföretagen, SNF och LRF lagt fram sin gemensamma syn. Här framhålls vikten av att kretslopp av näringsämnen uppnås, samtidigt som man anger vilka kriterier man ställer för återföring av olika typer av restprodukter. Dokumentet visar att även livsmedelsbranschen engagerat sig i frågan och är ett steg mot det klargörande kring vilka villkor branschen ställer på restprodukter som länge efterfrågats av olika aktörer. Förmodligen har samarbetet lett fram till den dispens förenad med villkor som Cerealia gett urinåterföringen i Göteborg. I dokumentet presenterar man hur man anser att ansvaret för kretsloppsanpassningen tillfaller olika aktörer. I förkortade ordalag tycker man att *politikerna* bör initiera en utveckling och stimulera val av återförande system. *Myndigheterna* bör skapa en arena för övriga aktörer och att underlätta utvecklingen med olika styrmedel och regler. *Politiker och myndigheter* har ett huvudansvar för helheten menar man. *Kommunernas* uppgift är att utveckla sortering och behandling av organiskt avfall och avlopp för att växtnäringen ska kunna återanvändas i jordbruket. I *jordbrukets* ansvar ingår en hållbar produktion utifrån konsumenternas behov och krav med tanke på etik och säkra livsmedel. Jordbruket bör också ansvara för en ansvarsfull användning av mineralgödsel. *Livsmedelsindustrins* ansvar anses vara att tillgodose sina kunders önskemål när det gäller kvalitetsaspekter på livsmedlen och att agera förtroendeingivande när det gäller hållbar utveckling. *Enskilda människor* har ansvar för att använda avfalls- och avloppssystemen på rätt sätt, medan *miljö- och konsumentföreträdarens* uppgift är att föregå som goda exempel och att granska hela processen.

På det hela taget anser man alltså att ansvar för initiativ och systemutveckling tillfaller politiker, myndigheter och kommuner. Jordbruks- och livsmedelssektorn anses främst ansvara för att uppfylla de krav som ställs från konsumenterna (förutom ett bättre omhändertagande av det egna avfallet). Jag tycker i princip att denna ansvarfördelning är rimlig, jordbruks- och livsmedelssektorns affärsverksamhet måste förstås utgå från kundernas preferenser. Då man i dokumentet uttrycker vikten av kretslopp av näringsämnen, utgår jag ifrån att ett visst mått av ansvar för att underlätta och driva på denna verksamhet inbegrips i *”en ansvarsfull användning av mineralgödsel”* och i *”att agera förtroendeingivande när det gäller hållbar utveckling”*. Något som inte uttryckligen skrivits, men som borde ingå i livsmedels- och jordbrukssektorn ansvarsområde också i framtiden, är att delta aktivt i diskussionen kring lämplig systemutformning med övriga aktörer, att hålla sig uppdaterade när det gäller kunskapsutvecklingen på området, samt att ta ställning och kommunicera sina villkor. Detta är viktigt då kretsloppsområdet är beroende av samsyn mellan samtliga aktörer. Om konsumenternas medvetenhet och efterfrågan på kretsloppsanpassade produktionsmetoder ökar kommer man givetvis få mer incitament för detta engagemang.

Intresset för kretslopp av källsorterade restprodukter som finns hos LRF centralt, vilket givetvis är mycket positivt, verkar inte alltid ha en lika stark förankring på lokal nivå. Jag

tror att det vore mycket givande om man lyckades sprida mer kunskap om kretsloppsfrågor inom organisationen och i högre grad kunde stödja och underlätta lokala kretsloppsengagemang. Detta är förstås naturligt om man menar allvar med miljö- och kretsloppsmålen. Också när det gäller myndigheternas engagemang finns mer att göra för att förverkliga de politiska ambitionerna att kretsloppsanpassa näringsämnen. Till exempel skulle man kunna tänka sig utbildnings- och stödprojekt inom lantbruksnäringen för kretslopp av näring, liknande de som man på senare år startat för att minska utlakningen.

Vikten av de olika aktörernas möjlighet och motivation att utföra sin del i kedjan har behandlats i uppsatsen. Jag skulle här vilja ägna några ytterligare tankar åt detta. När nya system ska införas finns en risk att det sker med ett uppifrånperspektiv. Att någon, i det här fallet kanske en kommun, bestämmer att urin ska återföras – därefter ska lantbrukare, entreprenörer och toalettanvändare dirigeras att medverka med hjälp av lagstiftning, avtal och information. För denna typ av verksamheter tror jag att det också är relevant att uppnå en djupare känsla av medverkan hos aktörerna. Att man tillsammans ställer frågan – *Vad ska vi göra och varför vill vi göra det?* – och därmed formulerar en gemensam målbild. En nyckel till motivation att delta är kunskapen om fördelarna, att det finns en tilltro till systemet. Likaså att bli påmind om att det man gör är viktigt, att bli sedd och få erkännande för det man gör. Till exempel har man noterat hur motivationen ökat då källsorteringsprojekt fått publicitet eller varit föremål för forskning. Man kan förstås inte bygga en utbyggnad på att alla ska känna sig som exceptionella föregångare. Men mycket kan nog vinnas om mer fokus läggs på nyttan, det som sorteringen handlar om. Kanske genom att man istället för att benämnas renhållare i detta fall också kallas kretsloppsarbetare, eller att man talar om urinen som naturlig kretsloppsprodukt istället för som avloppsfraktion.

För kommunen, eller den som nu har initiativet, är det viktigt att hitta en process och en dialog som fungerar. Jag tror att man bör eftersträva en arena som ger tillfälle till möte mellan alla aktörer. I mötet skapas en samhörighet och kunskap om de övrigas situation och förutsättningar. Samtidigt bekräftas betydelsen av det egna agerandet. Jag vill också än en gång betona att systemet måste utformas så att det finns förutsättningar för ett bra samspel mellan tekniken och dess användare. Om människor ska källsortera och samverka måste de beredas möjlighet att göra detta utan alltför mycket merarbete. Om hanteringen upplevs besvärlig, som till exempel tömningen vid Ekologiska huset på Lindholmen, försämrar aktörens inställning till- och förtroende för systemet. I förlängningen försämrar då även motivationen för rätt hantering. Kommunen bör se till att hanteringen kan ske lätt!

Erfarenheterna visar på att urinsorteringssystem ställer höga krav på rätt utformning och hantering om en verklig resursbesparing och god funktion ska fås. Samtidigt som systemet förväntas uppfylla gott syfte ur både kommunens och lantbrukets perspektiv kan själva incitamentet lätt tappas på vägen. Målet för återföringen bör vara en hög miljöprofil, där en optimal användning av växtnäringen är oerhört viktig. En insiktsfull och kontinuerlig styrning måste till från kommunernas sida. Kommuner har många ärenden att hantera för vilka olika motiv ska uppfyllas, ofta med en pressad ekonomi. Jag tror det finns en risk att vissa kommuner (av okunskap eller resursbrist) inte tar ansvar för hela kedjan på ett bra sätt, samtidigt som man erhåller goodwillvärdet av ett system som förefaller vara miljö- och kretsloppsanpassat. För kommuner som ska upprätta återföring av restprodukter finns kanske en fara att man alltför snabbt hamnar i förhandlingar kring avtal med aktörerna, så att det förankringsarbete som kan behövas både vid uppbyggnaden och senare skede glöms bort. Hur kan vi undvika dessa risker nu när återföringsprojekten sprider sig ute i landet?

Gödsellagstiftningen och förordningsförslaget (i bilaga 4) värnar i viss mån miljö- och resurshänsyn, men kanske allra främst hygienisk säkerhet. Lagen garanterar inte att urinen verkligen hanteras tillräckligt bra ur resurshänseende. Man kan konstatera att det i dagens läge främst är från uppköparled som mer långtgående krav på hantering ställs. Deras krav på kvalitetssäkring har en viktig funktion också för att resurs- och miljösyftena ska uppnås, då den sätter press på kommuner/lantbrukare och i förlängningen också övriga aktörer. Det finns en naturlighet i att villkoren formuleras och uppdateras av uppköpar- och konsumentled, vid sidan av de gränser som sätts av myndigheter och miljöorganisationer, då alla dessa är intressenter som berörs. En ökad kunskap om hur hantering och system bör se ut kommer nog att få genomslagskraft, förutsatt att sådan kunskap görs lättillgänglig för kommunerna. Kanske ett allmänt vägledande dokument för spridning och övrig hantering av urinen upprättas, till exempel i form av "Allmänna råd" från Naturvårdsverket?

Det arbete som länge bedrivits inom de lokala samrådsgrupperna för att kvalitetssäkra slamåterföring skulle kanske kunna vidgas att innefatta även andra restprodukter (vilket redan lär ha skett på något håll i landet). Ett antal representanter för olika aktörer från såväl kommun, lantbrukssidan, uppköpare och miljö- och konsumentföreträdare strålar samman och övervakar återföringen som sker i närområdet. Utgångspunkten för dessa gruppers arbete är tilltalande, det vill säga hur man tillsammans kan uppnå en återföring som alla parter har förtroende för.

Min roll i processen mot urinåterföring i Göteborg har varit att ta fram kunskap om helheten, att kartlägga och förklara förutsättningar för samarbete. Vid systemupprättandet är tillgång till sådan kunskap en viktig grund för ömsesidig förståelse. Förmodligen stiger informationens trovärdighet om den sammanställts av en utomstående, utan intresse av att främja någon part. Det kan naturligtvis vara en fördel med en länk som kan resonera med både lantbruket och kommunen, någon som har kännedom om båda dessa sfärer. En viktig anledning till att urinsorteringssystem faller är att de planerats utan tillräcklig kompetens i fråga om teknik och jordbruk. Förhoppningsvis kommer kunskapen kring förutsättningarna för humanurinåterföring att öka framöver hos både kommuner och lantbrukare, och väl fungerande former för arbetet med initiering och kontinuerlig drift att utvecklas. Men för kommuner med för lite kompetens och tid att initiera och styra processen på ett bra sätt kan en lösning vara att samarbeta med konsulter med specialkompetens på området. Kommunernas arbete med olika återföringsprojekt skulle också kunna backas upp av en kompetent person anställd för detta ändamål på regional nivå, vid till exempel länsstyrelsen eller LRF?

Urinsorteringens nytta är omdebatterad. Tveksamheterna rör ofta hur bråttom det är att uppnå ett kretslopp av näringsämnen, systemets resursbesparande verkan, toaletternas tekniska funktion, hälsoeffekter (smittskydd och läkemedelsrester) och kanske främst av allt systemets ekonomiska motiverbarhet. I många av de samtal som förts med olika personer under studien har frågor som "Är urinsortering något att satsa på?" och "Hur ser framtidsperspektivet ut?" kommit upp.

Att hushålla med ändliga resurser och samtidigt minska behovet av rening av avloppsvatten är urinsorteringens huvudmotiv. Det är mycket angeläget att vi snarast minskar tärandet på lagren av koncentrerade gödselmineraler och utvecklar system för en kretsloppsanpassad livsmedelsproduktion. Dels med tanke på kommande generationer, dels för att dagens köpsvaga lantbrukare i utvecklingsländerna är de som först drabbas av en prisökning på gödselmedel. Därför är det viktigt att vi – vid sidan av recipientskydd –

börjar fokusera mer på resursfrågor när det gäller avloppshantering. Även om vatten ofta inte är en bristvara i vårt land idag eskalerar bristen i stora delar av världen. Urinsortering erbjuder möjligheter till bättre hushållning i dessa olika avseenden – jag ser den som en av många tekniker som måste utvecklas och prövas för att vi ska nå fram. Kanske kan utvecklandet av tekniker som koncentrerar näringen, till exempel framställning av struvit, också komma att öppna helt nya möjligheter. En väsentlig fråga att fundera kring är förstås var våra resursbesparande insatser gör bäst nytta. Både när det gäller hushållning med upplagrade fosfattillgångar och recipientskydd finns också mycket att vinna på att förbättra hanteringen av den näring som idag redan finns på gården – stallgödseln. Givetvis bör man arbeta på alla olika fronter, både med hantering av ”folkgödsel” och stallgödsel, för att nå målet.

Det finns många anledningar att redan idag satsa på urinsortering i mycket högre grad än vad som görs. En anledning är att det krävs att systemen efterfrågas och byggs för att en utveckling ska ske. Men att på en gång bygga om hela samhällets avloppssystem till urinsorterande system är inte önskvärt. Dels kan vi vinna på att ge systemet något mer tid för utveckling innan utbyggnad i alltför stor skala. Dels är stora investeringar nedlagda i konventionell avloppsrening vilka bör utnyttjas. Dessutom tycker jag att mer kunskap om läkemedelsresternas betydelse är viktig, så att vi inte ställs inför ett enormt bakslag i form av konsumenternas förlorade förtroende. Å andra sidan – om det visar sig att läkemedelsresterna i urinen är ett större miljöproblem än vad som hittills uppmärksammats – kan det ju av detta skäl finnas en anledning till att samla upp urinen och oskadliggöra dessa ämnen innan de når vattenrecipienten.

Särskilt intressant tror jag att urinsorterande system är i områden med känsliga recipienter och krav på långtgående rening. Kanske blir, snarare än kretsloppsincitamentet, det nya direktivet för vatten med sina högre krav på vattenkvalitet en betydande faktor för de urinsorterande systemens utbyggnad i Europa. Urinsortering har också en mycket stor potential i områden med fritidsbebyggelse, då det ofta är ett billigare alternativ än utbyggnad av andra VA-system och då det ofta finns vattendrag i närheten. En annan betydelsefull förutsättning är att avsättning för urinen finns på nära håll. Dels att passande lantbruk finns i närområdet – men man skulle också i högre grad än vad som ofta görs kunna inrikta sig på de odlingar eller rabatter som kan finnas i närområdet, där handelsgödsel idag tillsätts. På platser där motiverade användare och ”kretsloppsarbetare” som utför återföringen kan förväntas ökar förutsättningarna för en god systemfunktion, vilket innebär att måluppfyllelse kan nås med mindre insatser utifrån. Urinsorterande system i offentlig miljö, som de i Universeum och Ekocentrum, har naturligtvis ytterligare ett angeläget syfte – att bidra till en ökad förståelse för att hushållning och kretslopp av näringsämnen är viktigt.

10 SLUTSATSER

- Möjlighet till avsättning av den källsorterade urinen i lantbruket runt Göteborg finns sannolikt. Många lantbrukare har en genuin förståelse för vikten av att kretsloppsanpassa samhällets näring. Betydande begränsningar av företagsekonomisk karaktär finns likafullt, vilka ofta har att göra med vilken gröda som odlas och tillgång till rätt teknik. Ett gratis mottagande av urinen betalar inte alltid de merkostnader för spridning och lagring som kan finnas jämfört med inköp och hantering av handelsgödsel. Förhindrade eller minskade intäkter för gröda från uringödslad mark på grund av vissa uppköparens sanktioner begränsar också. Kommunen måste finna en lantbrukare med passande förutsättningar och även vara beredd att behöva ersätta denne för merkostnader eller ekonomisk risktagande.
- Möjlighet till avsättning på kommunens grönytor finns troligen också. På golfbanor och fotbollsplaner tillsätts mycket mineralgödselmedel när det gäller kväve och kalium men behov av fosfor finns inte alltid. Mycket återstår att utreda kring lämplig spridningsteknik och acceptans hos besökare och personal. Hygieniska osäkerhetsfaktorer finns då områdena besöks frekvent, vilka bör undersökas närmare. Spridning bör än så länge prövas i liten skala där man utvärderar hanteringstekniker och långsiktig effekt på olika grödor.
- Att pröva och utveckla metoder för uringödsling i liten skala i parkmiljöer är intressant ur flera synvinklar. Dels för att det finns möjlighet till pedagogiska vinster om spridning sker i form av en demonstrationsanläggning. Dels minimerar spridning i urinuppsamlingens närområde behovet av transporter, samtidigt som nyttan synliggörs för dem som sorterat urinen.
- Utöver existerande lagkrav är andra miljö- och kvalitetssäkrande åtgärder för gödselprodukt och system ett krav från både lantbrukare och deras uppköpare. Likaså bör kommunen ha en hög miljöprofil för verksamheten där bland annat en optimal användning av växtnäringen står i fokus. Miljö- och kvalitetssäkringen måste utformas i samklang med samtliga aktörer och därefter samordnas över hela kedjan. Det är viktigt att konstatera var systemet är sårbart och vem som bär ansvaret för de kritiska momenten. Kommunen har det övergripande ansvaret eftersom den enligt lagen ska ordna omhändertagande av hushållsavfall.
- Även om kretsloppsintresse finns anser sig lantbruks- och uppköparled inte ha incitament för att medfinansiera återföringen. Samhället måste därför stå för merkostnader, vilka i förlängningen förväntas ge bättre resurshushållning och erfarenheter i utvecklingen av framtidens kretsloppsamhälle. Samarbete mellan kommuner, lantbruket och uppköpare kring verksamhetens utformning krävs dock.
- Viktiga områden för ytterligare forskning är läkemedelsresters nedbrytning i urin, samt dess påverkan på markbiologin, växter, djur och människor; hygieniska risker i samband med återföring till grönytor; samt hur mer funktionella urinsortande toaletter kan utformas avseende gödselprodukt och användarens bekvämlighet.
- Oberoende utvärderingar av olika fabrikat av toaletter och uppsamlingssystem är angeläget för att öka kommunernas möjlighet att styra mot väl fungerande anläggningar där urinens kvalitet som gödselprodukt kan säkras.

Skriftliga

- 96

- Christensen, J. 2003. Enskilda avlopp – miljöbalken har ändrat de rättsliga förutsättningarna. *Miljörätten i förändring – en antologi*. Rättsfondens skriftserie 36. Rättsfonden 2003. Iustus förlag AB, Uppsala.
- Dalhammar, G. 1998. *Behandling och koncentrerings av humanurin: Ett delprojekt inom Källsorterad humanurin i kretslopp*. Mibi-rapport 98-12. Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm.
- Ericsson N., Vinnerås B. & Jönsson, H. 2004. *Källsorterande toaletter – Brukarnas erfarenheter, problem och lösningar*. Manus. Institutionen för biometri och teknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Fernholm, M. 1999. *Erfarenheter av sorterad humanurin i lantbruket: resultat från en intervjustudie*. Examensarbete inom hortonomprogrammet 1999:13. Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp.
- Fredriksson, G. 2000. *Ekonomiska effekter av ett förbud mot höstspredning av flytgödsel till höstsäd*. Uppdragsrapport. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
- Fröberg, A. & Lindberg, G. 2002. *Miljö- och kretsloppsanpassade toaletter och avlopp i Västerviks kommun*. Sammanställning av enkätundersökning i november 2002. Projekt framtid Gamlebyviken, Västervik kommun.
- Förlin, L. & Larsson, J. 2002. Hormonella störningar hos djur i vår vattenmiljö. *Läkemedel i miljön. Vilka läkemedel? -Hur stora mängder? -Hur påverkas miljö och hälsa? -Vilka är riskerna? -Vad kan vi göra?* Kap. 5. Apoteket AB, Stockholm.
- Hellström, D. & Thurdin, J. 1998. Torkning som metod för att avvattna urin. *Vatten*, Vol. 54, s. 109-114.
- Hennichs, M. 1998. *Humanurin i grönsaksodling - användning samt teknik för transport, lagring och spridning*. Examensarbete inom trädgårdsingenjörsprogrammet, 1998:4. Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp.
- Höglund, C. 2001. *Evaluation of microbial health risks associated with the reuse of source separated urine*. Doktorsavhandling. Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm.
- Johansson, S. 1997. Urin från bostadsområde testad i fältförsök. Nedmyllning vid sådd ger god spannmålsskörd. *Biologik nr 2*, 1997, s.7-10. Movium, Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp.
- Johansson, E. & Hellström, D. 1999. *Nitrification in combination with drying as a method for treatment and volume reduction of stored human urine*. I: Johansson E. 1999. *Urine Separating Wastewater Systems: Design Experiences and Nitrogen Conservation*. Licentiatavhandling. Luleå Tekniska Högskola, Luleå.
- Johansson, M., Jönsson, H., Höglund, C., Richert Stintzing, A. & Rodhe, L. 2000. *Urinsortering – en del av kretsloppet*. T17:2000, Bygghälsningsrådet.
- Johansson, M., Lundberg, T. & Kvarnström, E. 2003. *Hinder och möjligheter för enskilt VA och VA i omvandlingsområden*. Rapport från Kommunförbundet Stockholms Läns projekt Förutsättningar för kommunernas arbete med småskaliga VA-lösningar.
- Jordbruksverket. 1997. *Det går att minska ammoniakförlusterna under lagring av stallgödsel*. Jordbruksinformation 11 -1997. 2:a upplagan februari 1999.
- Jordbruksverket. 1998. *Det går att minska ammoniakförlusterna efter spridning av stallgödsel*. Jordbruksinformation 9 -1998.
- Jordbruksverket. 2000. *Hur påverkar sänkta priser bekämpningsbehovet i spannmål och oljeväxter?* Jordbruksinformation 7-2000.
- Jönsson, H., Vinnerås, B., Höglund, C., Stenström, T.A., Dalhammar, G. & Kirchmann, H. 2000. *Källsorterad humanurin i kretslopp*. VA-FORSK Rapport 2000:1. VAV.

- Jönsson, H., Burström, A. & Svensson, J. 1998. *Mätning på två urinsorterande avloppssystem urinlösning toalettanvändning och hemvaro i en ekoby och i ett hyreshusområde*. Rapport 228. Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Jönsson, H., Vinnerås, B., Höglund, C. & Stenström, T-A. 1999. Source separation of urine. *Wasser & Boden*. **51**(11): 21-25.
- Karlsson, S. 1996. *Åtgärder för att minska ammoniakemissionerna vid lagring av stallgödsel*. Jordbrukstekniska institutet, Lantbruk & Industri, rapport nr. 228. Uppsala.
- Karlsson, S., Tersmeden, M. & Malgeryd, J. 1997a. *Marknadsöversikt över utrustning för lagring och spridning av flytgödsel och urin*. Miljöteknikdelegationen Pm 1997:2.
- Karlsson, S., Malgeryd, J. & Rodhe, L. 1997b. *Minska ammoniakförlusterna vid hantering av flytgödsel*. Teknik för Lantbruket 60. Jordbrukstekniska institutet, Uppsala.
- Kirchmann, H. & Pettersson, S. 1995. Human urine – Chemical composition and fertilizer use efficiency. *Fertilizer Research* **40**:149-15
- Kvarmo, P. 1998. *Humanurin som kvävegödselmedel till stråsåd*. Examensarbete. Institutionen för markvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Kärrman, E. m.fl. 2004: *Utvärdering av LIP-finansierade VA-projekt – enskilda avlopp/lokala lösningar, vassbäddar samt bevattning med avloppsvatten*. Kommande NV-rapport. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Li (Livsmedelsföretagen), SNF & LRF. 2002. *Riktlinjer för hållbar användning av växtnäring från samhällets flöden av organiskt material*. Arbetsdokument erhållet från Ingmar Börjesson, Cerealia, via Kretsloppskontoret.
- Lind, B-B., Bán, Z. & Bydén, S. 2001. Volume reduction and concentration of nutrients in human urine. *Ecological Engineering* **16** (2001) 516-566.
- Lind, B-B., Bán, Z. & Bydén, S. 2000 Nutrient recovery from human urine by struvite crystallization with ammonia adsorption on zeolite and wolastonite”. *Bioresource Technology* **73** (2000) 169-174.
- Lindén B. 1997. *Humanurin som kvävegödselmedel tillfört i växande gröda vid ekologisk odling av höstvet och havre*. Serie B Mark och Växter, Rapport 1. Institutionen för jordbruksvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet, Skara.
- Lundström C. & Lindén B. 2001. *Kväveeffekter av humanurin, Biofer och Binadan som gödselmedel till höstvet, vårvete och vårkorn i ekologisk odling*. Serie B Mark och Växter, Rapport 8. Institutionen för jordbruksvetenskap. Sveriges Lantbruksuniversitet, Skara.
- Länsstyrelsen. 1998. 14 FS 1998:113; Skyddsområde och skyddsföreskrifter för Göta älv – området närmast uppströms Göteborgs råvattenintag; Västra Götalands läns författningssamling.
- Naturvårdsverket. 1996. *Läkemedel och miljön. Förstudie om spridning av läkemedel och deras nedbrytningsprodukter i miljön*. NV-Rapport 4660. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Naturvårdsverket. 2002. *Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp*. NV-Rapport 5214. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Olrog, L. 1998. *Resurshållande system för cirkulation av växtnäring och mullämnen mellan samhälle och jordbruk*. Hushållningssällskapet i Göteborg och Bohuslän.
- Olsson, A. 1995. *Källsorterad humanurin – förekomst och överlevnad av fekala mikroorganismer samt kemisk sammansättning*. Rapport 208. Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

- Paxéus, N. 2002. Läkemedlens spridning i våra vatten. *Läkemedel i miljön. Vilka läkemedel? -Hur stora mängder? -Hur påverkas miljö och hälsa? -Vilka är riskerna? - Vad kan vi göra?* Kap. 3. Apoteket AB, Stockholm.
- Pettersson S. 1994. *Humanurin som växtnäringsskälla. Kemisk sammansättning och gödslingsseffekt*. Institutionen för Markvetenskap. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Pettersson, C-M. & Wetterberg, C. 1998. *Flytgödselspridning i några europeiska länder*. Miljöteknikdelegationen Pm 1998:4.
- Rehnström Johansson, Å., Wallner, S., Edén, M. & Dahlman, S. 1999. *Kretsloppshuset i Kyrkbyn – Utvärdering av brukarkrav i försök med urinsorterande toaletter i befintligt flerbostadshus*. Rapport HFE R-003. Människa – Teknik system. Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg.
- Richert Stintzing A., Rodhe L. & Åkerhielm H. 2001. *Humanurin som gödselmedel – växtnäring, spridningsteknik och miljöeffekter*. JTI-rapport Lantbruk & Industri 278. JTI– Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
- Richert Stintzing, A. 2003. *Bruket av växtnäring i fritidsodlingar – kan man ersätta konstgödsel med urin?* JTI informerar, nr 102. JTI– Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
- Rodhe, L. & Salomon, E. 1992. *Spridning av flytgödsel i stråsåd*. JTI-rapport 139. Jordbrukstekniska institutet, Uppsala.
- Rodhe, L. 1996. *Urin från djur till gröda*. Teknik för Lantbruket 53. Jordbrukstekniska institutet, Uppsala.
- Rosander, P. 2002. Flödet av läkemedel från Apotek till mark och vatten. *Läkemedel i miljön. Vilka läkemedel? – Hur stora mängder? – Hur påverkas miljö och hälsa?– Vilka är riskerna? – Vad kan vi göra?* Kap. 2. Apoteket AB, Stockholm.
- Sjöberg, C. 2003. *Lokalt omhändertagande av restprodukter från enskilda avlopp i Oxundaåns avrinningsområde*. Examensarbete. Institutionsmeddelande 2003:01. Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Socialstyrelsen, 2001. *Läkemedel i miljön – En hälsorisk? En kartläggning av läkemedelsresters hälsorisker*. Underlag från externa experter vid Kemi & Miljö AB. Artikelnr: 2001-123-76. Stockholm.
- Steineck, S., Gustafson, G., Andersson, A., Tersmeden, M. & Bergström, J. 1999. *Stallgödselns innehåll av växtnäring och spårelement*. NV-Rapport 4974. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Strompen, S., Werres, F., Balsaa, P. & Overath, H. 2003. *Analytik polarer Arzneimittelrückstände in Urinproben einschliesslich der Entwicklung der hierzu notwendigen adäquaten Verfahren mittels GC-MS/MS*. IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH. Institut an der Gerhard-Nerchtor-Universität Duisburg.
- Svenska Golf förbundet. 2000. *Golf sportens miljöpåverkan*. Utredning 99-11-08, utförd av SwedEnviro Consulting Group.
- Svenska Hardi AB. Odaterad. *Urinbehållare Hardi kokong är svaret med slutet förvar*. Broschyr erhållen 2002 av dåvarande återförsäljare Dag Thorstensson, Svenska Hardi AB.
- Tidåker, P. 2003. *Life Cycle Assessment of Grain Production Using Source-Separated Human Urine and Mineral Fertiliser*. Rapport 251. Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

- Tillman A-M., Lundström, H. & Svingby, M. 1996. *Livscykelanalys av alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hamburgsund. Delrapport från ECOGUIDE-projektet.*
- Udert, K.M., Larsen, T-A., Biebow, M. & Gujer, W. 2003a. Urea hydrolysis and precipitation dynamics in a urine-collecting system. *Water Research* **37**: 2571-2582.
- Udert, K-M., Larsen, T-A. & Gujer, W. 2003b. *Biologically induced precipitation in urine-collecting systems and urinal traps.* Presented at the IWA conference in Melbourne May 2002. Submitted to *Water Science and Technology*.
- Udert, K-M., Larsen, T-A. & Gujer, W. 2003c. Estimating the precipitation potential in urine-collecting systems. *Water Research* **37**: 2667-2677.
- Vinnerås, B. 1998. *Källsorterad humanurin – skiktning och sedimentering samt uppsamlad mängd och sammansättning.* Institutionsmeddelande 98:05. Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Vinnerås B. 2001. *Faecal separation and urine diversion for nutrient management of household biodegradable waste and wastewater.* Licentiatavhandling. Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Vinnerås, B. 2002. *Possibilities for sustainable nutrient recycling by faecal separation combined with urine diversion.* Doktorsavhandling. Acta Universitatis agriculturae Sueciae. Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Agraria vol. 353.
- Weidow, B. 2000. *Växtodlingens grunder.* Natur och Kultur/LT. Stockholm.
- Wetterberg, O. & Axelsson, G. 1995. *Smutsguld och dödligt hot: renhållning och återvinning i Göteborg 1864-1930.* Göteborgs renhållningsverk, Göteborg.
- Åkerberg, C. 2000. Urin som gödselmedel i fritidsodling. *Fakta Trädgård-Fritid*, nr. **81**. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

Personliga meddelanden

- Aarsrud Peter. Kretsloppskontoret, Göteborgs Stad. 031-61 34 61. Odaterade.
- Ahlbin Börje. Kretsloppskontoret, Göteborgs Stad. 031-61 10 00. Odaterad.
- Ahlbin Ann. Sektionschef vid Statens Veterinärmedicinska Anstalt. 018-67 40 00. Odaterad.
- Almbring Pia. Miljöinspektör, Göteborgs Stads Miljöförvaltning. 031-61 27 32. 2003-09-10
- Andersson Berit. Säljare, Lantmännen i Kungälv. 2003-06-03.
- Andersson Dag. Lantbrukare. 031-99 23 14. 2002-10-17.
- Andersson Kjell. Kvartersvärd, Bostadsbolaget. 031-731 59 57. 2002-12-06
- Boman Conny. Driftingenjör, Göteborgs idrotts- och föreningsförvaltning. 031-82 13 67. 2002-11-11.
- Börjesson Ingmar. Forskningsdirektör, Cerealia R & D AB. 08-519 789 60. 2003-01-27 och 2003-08-11.
- Carlsson Boel. Hushållningssällskapet Väst, 0521-72 55 00. 2002-11-20.
- Christensen Inger. GRO Konsult. 040-46 24 46. 2003-03-14.
- Christensen Jonas. Universitetslektor i miljörett. Uppsala Universitet. jonas@jur.uu.se; 018-471 20 28. 2003-01-24 och 2003-11-10.
- Dahlberg Per-Olov. AJ Dahlbergs slakteri i Brålanda. 0521-57 50 50. 2003-08-20.
- Davidsson Lars Erik. Rönnängs IF. 0304-67 75 45. 2003-08-22.
- Degerman Gunnar. LP Entreprenad. 2003-05-02.

Detterfelt Lia. Renova. 031-61 80 00. 2003-08-20.
 Ek Bo. Konstruktör, A-Betong. 0470-965 27. 2003-06-17.
 Eksvärd Jan. Miljöansvarig, LRF. jan.eksvard@lrf.se. 08-787 50 16. 2003-01-14.
 Englund Claes. Agros. 0510-650 05. 2003-03-05.
 Engström Helena. KRAV. 018-10 02 90. 2003-04-03.
 Eriksson Holger. Lantbrukare, Säve. 031-96 01 05. 2004-03-05.
 Everitt Bengt. Svensk Mjolk. bengt.everitt@svenskmjolk.se; 0771-19 19 00. 2003-11-26
 (via Peter Aarsrud).
 Forsberg Lasse. Universeum. 070-816 01 59. 2004-02-27.
 Forsell Ann-Kristin. Fastighetskontoret, Göteborgs Stad. 031-61 14 58. 2002-11-25 och
 2003-08-14.
 Frid Göte. Enhetschef och f.d. handläggare, Jordbruksverket. gote.frid@sjv.se. 2004-04-
 29.
 Greco Kristina. Laboratorieveterinär, Statens Veterinärmedicinska Anstalt. 018-67 40 00.
 2002-10-11.
 Helander Margareta. Marknadsansvarig, Lantmännen Foder. 0510-886 41. 2003-09-25.
 Hellkvist Lars-Arne. Rönnängs IF. 0303-683 97 (arbete). 2003-08-22 och 2003-12-12.
 Hildingsson Bror. Granngården Park & Mark, Jönköping 070-516 81 63. 2003-12-12.
 Jacobsson Erik. Kontraktsansvarig Odling, Lantmännen Spannmål. erik.jacobsson@
 lantmannen.se; 011-21 80 38. 2003-09-09 och 2004-03-31.
 Jarl Anders. Lantbrukare. 031-450 91. 2003-07-29 och 2003-08-21.
 Johansson Jan. Livsmedelsföretagen. 08-762 65 00. 2003-01-28.
 Johansson Mats. Konsult, Verna Ekologi AB. 08-641 75 00; 070-650 00 51
 2003-05-20 och 2004-03-10.
 Johansson Ronny. Lokal LRF-företrädare. 2002-04-07.
 Josefsson Lars. Lantmännen Kungälv. 0303-100 33. 2002-12-20.
 Jönsson Håkan. Docent i miljöteknik och doktor i lantbruksteknik. Lektor vid Institutionen
 för Biometri och Teknik, Sveriges Lantbruksuniversitet. 018-67 10 00;
 hakan.jonsson@bt.slu.se. Kontakter under 2003 och 2004.
 Kjellgren Petter. Miljöinspektör, Göteborgs Stads Miljöförvaltning. 031-61 26 40;
 0707-61 26 40. 2004-02-03.
 Landervik Alf. Marknadschef, Kretsloppskontoret, Göteborgs Stad. Odaterad.
 Liljelund Karin. Konsult, Kemi & Miljö AB. 08-412 22 26. 2002-20-11
 Lindholm Camilla. Jurist, Naturvårdsverket. 08-6981028. 2003-02-10.
 Lindqvist Per-Arne. Svenska Foder. 0150-828 00. 2003-01-27.
 Linskog, Ann. Svenska Miljöinstitutet. 031-725 62 00. 2003-10-02.
 Lund Anders, Miljöansvarig Ekocentrum. 031-705 07 40. 2004-02-27.
 Lundén Göran. Vopak Logistics Nordic AB. 031-64 83 05. 2003-09-25.
 Malmcrona Anders. Projektchef, Chalmersfastigheter AB. 031-772 62 20, 070-640 68 34.
 2003-10-02.
 Nilsson Eskil. Kvalitetschef, Arla Foods. 08-789 50 00; eskil.nilsson@arlafoods.com.
 2003-01-27.
 Nordgren Magnus. Regionchef, LRF Halland. 0346-71 69 60; magnus.nordgren@lrf.se.
 2002-04-07.
 Ohlsson Torgny. Renova. 031-61 80 00. 2004-02-26.
 Osmark Olof. Miljöchef, Swedish Meats. 070-661 47 64. 2003-02-10.

Owe Christer. Verksamhetsledare på Stiftelsen Ekocentrum. 031-705 07 45. 2003-10-02.

Pettersson Hans. Produktchef, Hö & Strö. hans.ga.pettersson@lantmannen.se, 0510-886 43. 2003-09-23.

Qvarnström Lennart. Stockholm Vatten. 08-550 619 04. 2004-03-10.

Rolandsson Sylvia. Miljöinspektör, Tanums kommun. 0525-180 00. 2003-02-14.

Sandsveden Robert. Norrköpings kommun. 011-15 14 96, 0730-20 24 10. 2003-05-05 och 2004-03-08.

Schönning Caroline. Forskare vid Smittskyddsinstitutet. caroline.schonning@smi.ki.se; 08-457 24 49. 2003-05-16.

Senor Tomas. Husvärd i Kyrkbyn, Bostads AB Poseidon. 031-332 10 00. 2003-06-19.

Sitbon Folke. Forskare vid Institutionen för växtbiologi, Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala. 018-67 10 00. 2002-10-16.

Sjögren Bengt. Stadsarkitekt, Tanums kommun. 0525-180 00. 2003-02-13.

Stenström, Tor-Axel. Smittskyddsinstitutet. 08-457 23 00. 2002-10-18.

Strandberg Maria. Banutvecklingschef, Svenska Golf förbundet. 08-622 15 27, 070-620 17 87. 2003-05-27.

Sundén Håkan. Odlingsansvarig, Topp Livsmedelsprodukter. 0521-27 70 16. 2003-12-08.

Svenningsen. Firma som importerar Envirojet. Linköping. 013-25 36 00. 2004-03-18.

Svensén Sven. Kungsäter Industri AB. 0320-309 30. 2004-08-20.

Svensson Peter. Trädgårdsmästare, Trädgårdsföreningen, Göteborgs Stad. 031-365 58 59. 2002-12-05.

Tagesson Peter. Verksamhetsledare, Maskinringen Sjuhärad. 033-44 28 43 2002-12-18.

Tersmeden Marianne. Forskningstekniker, Institutet för jordbruks- och miljöteknik. 018-30 33 77. 2003-03-13.

Thoran Karin. Kemikalieinspektionen. 08-519 411 00. 2003-09-19.

Tidåker Pernilla. Agronom och doktorand, Institutionen för biometri och teknik, Sveriges Lantbruksuniversitet. 018-67 18 31. Odaterad.

Tjeerdsma Gerben. 1 e trädgårdsmästare, Botaniska trädgården. 0707-48 66 93. Gerben.tjeerdsma@gotbot.se. 2002-12-11.

Thorstensson Dag. Försäljare, Svenska Hardi AB. dag.torstensson@f.lrf.se. 2003-01-13.

Vinnerås Björn. Forskare, doktor i lantbruksteknik, Institutionen för biometri och teknik, Sveriges Lantbruksuniversitet. bjorn.vinneras@bt.slu.se; 018-67 18 34. 2003-05-20 och 2004-03-09.

Wahlberg Cajsa. Miljökemist, Stockholm Vatten. 08-522 124 35. 2002-10-11.

Weinemo Anders. Greenkeeper, Timrå golfklubb. gvawo@timra.se, 060-57 08 09. 2002-11-15.

Åberg Per. Intendent vid Park- och Naturförvaltningen, Göteborgs Stad. 031-365 58 09. 2002-12-05.

Internet adresser

Agriprim. <http://nya.agriprim.com>. 2003-01-26.

Agros. <http://www.agros.se>. 2003-05-08.

Envisys Environmental Systems AB. <http://www.envisys.se/revaq>. 2003-03-18.

Cerealía. Slampolicy. <http://www.cerealía.se>. 2003-01-30.

Christensen Jonas. Sverige på efterkälken när det gäller enskilda avlopp. Tillsynsnytt nr 3, dec 2003, s.15. www.naturvardsverket.se. 2004-01-10.

EcoSanRes. Ecological sanitation research. <http://www.ecosanres.org>. Hämtad 2004-03-17.

Grön Produktion. <http://www.gronproduktion.se> 2004-03-30.

Jönsson Håkan. Presentation vid idé- och diskussionsforum, 2003-03-19. <http://www.swedenviro.se>. 2004-03-15.

Kemikalieinspektionen. Försålda kvantiteter av bekämpningsmedel 2001. <http://www.kemi.se>. 2003-03-25.

KÖL, Kommun förbundet i Örebro län. BRA SMÅ VA – Underlag för kommunala handläggningsrutiner och policy för små avlopp. <http://www.t.komforb.se>. 2003-10-07.

Klubbhuset. <http://www.klubbhuset.nu>. 2004-03-08.

Langemar Pia. <http://www.psychology.su.se>. 2004-03-22

LIFE, a. <http://www.ammoniak.nu/lagring>. 2003-02-30.

LIFE, b. <http://www.ammoniak.nu/spridning>. 2003-02-30.

Lindeberg Göran. <http://www.odla.nu>. 2003-10-12.

Läkemedelsverket. Potentiella miljörisker med EVRA och NuvaRing <http://www.mpa.se>. 2003-03-25.

Löf Pär-Johan, Svenska Lantmännen. Hur får vi en fungerande marknad för avfallsprodukter? Föredrag vid seminariet Avlopp och kretslopp den 18 mars 2002. <http://www.swedenviro.se>. 2004-03-18.

Miljösamverkan Västra Götaland. "Enskilda avlopp Underlag till kommunal policy". Koncept för granskning 15 augusti -02. <http://www.vgregion.se>. 2004-03-18.

Miljöstyrelsen, a. Environmental Assessment of Veterinary Medicinal Products in Denmark. <http://www.mst.dk>. 2002-10-16.

Miljöstyrelsen, b. Økologisk byfornyelse og spildevandsrensning nr. 4. 2000. Udnyttelse af næringssalte i urin på Svanholm Gods. <http://www.mst.dk>. 2004-03-12.

Novaquatis. <http://www.novaquatis.eawag.ch>. 2004-03-08.

Renhållningstaxa 2004 för Göteborg. <http://www.kretslopp.goteborg.se>. 2004-03-30.

Riksdagen. Protokoll 1996/97:74 Torsdagen den 6 mars Kl. 12.00-18.09 Anf. 172. <http://www.riksdagen.se>. 2002-20-28.

Roovac. <http://www.roovac.de>. 2004-03-08.

Sandsveden Robert. Presentation vid idé- och diskussionsforum 2003-03-19. <http://www.swedenviro.se>. Hämtad 2004-03-18.

SGF, Svenska Golf förbundet. <http://sgf.golf.se>. 2004-03-18.

Svenska Foder. <http://www.svenskafoder.se>. 2003-02-13.

Svenskt Sigill. www.svensktsigill.com. 2003-02-27.

Tanum. Tillämpningsföreskrifter för Vatten- och avloppspolicy. <http://www.tanum.se>. 2004-03-26.

Vatten- och avloppstaxa för Göteborg. <http://www.kretslopp.goteborg.se>. 2004-03-31.

Yara. Kadmiumgaranti. www.yara.se. 2004-03-26.

BILAGOR

Bilaga 1. Utskick inför intervjuer med lantbrukare

Göteborg, 2003-03-17

Hej!



Jag heter Susanna Degaardt och är i slutet av min utbildning till agronom med specialisering mot miljö- och naturresursteknik. I mitt fall handlar detta främst om teknik för kretslopp av växtnäringsämnen. Just nu gör jag mitt examensarbete för Kretsloppskontoret på Göteborgs Stad där jag tittar på möjligheterna för att ta tillvara mänsklig urin som resurs i lantbruk och på annan produktiv mark.

Då är det naturligtvis viktigt att ta reda på vad Ni användare av gödselmedel har för tankar och synpunkter kring detta! Jag söker nu kontakt med ett antal lantbrukare med olika produktionsinriktning här i Göteborgstrakten som har vilja och möjlighet att svara på mina frågor under telefonsamtal, eller kanske ett besök. Det jag först och främst vill få ut av vår kontakt är att få en inblick i hur stort intresset är för produkten, samt vilka tekniska, ekonomiska och kanske andra hinder och möjligheter som finns ur olika lantbrukares perspektiv. Informationen kommer sedan att användas för att ge underlag till förslag på hur näringen i urin skulle kunna återvinnas på ett bra sätt här i kommunen. Alla medverkande i intervjuerna är anonyma.

Fastän användning av källsorterad humanurin förekommer på många platser i Sverige idag, är ju kunskapen om humanurin som gödselmedel inte så utbredd. Jag tror att mer kunskap i frågan öppnar för intressantare resonemang och ger möjlighet till mer grundade ställningstagande. Därför sänder jag med ett informationsmaterial som jag skulle uppskatta om ni ögnar igenom innan samtalstillfället. Informationen är ganska omfattande och mycket är kanske känt av er lantbrukare sedan tidigare då den även är avsedd för kommunens anställda. Var och en får naturligtvis välja själv vilka bitar som känns intressant att läsa och det finns en fem sidors sammanfattning i inledningen för den som har ont om tid. Här finns även information om de urinsorterande systemen som finns i Göteborg idag och politiska och andra berörda aktörers ambitioner när det gäller kretslopp av växtnäring och urinåterföring.

Stort tack till Er alla som vill medverka!! Hör gärna av Er med frågor! Jag nås på tfn: 031-61 34 61, 0739-27 20 44 eller e-post: susannadegaardt@hotmail.com

Vänliga Hälsningar,

Susanna Degaardt

Forts. bilaga 1:

Kommentarer till intervjufrågorna

Det finns ju naturligtvis många olika saker som påverkar ditt ställningstagande till att använda källsorterad humanurin i odlingen. Som jag ser det måste det ju först och främst finnas ett behov av gödseln. Därefter skall det finnas tekniska lösningar att lagra och sprida urinen, tid för hanteringen osv... På det hela taget måste det finnas en ekonomisk fördel gentemot alternativa gödselmedel. Detta kanske kan kallas företagsekonomiska förutsättningar för att använda uringödseln.

Även om dessa företagsekonomiska förutsättningar är uppfyllda kan det ju finnas andra skäl att du tvekar, som t ex en rädsla för framtida sanktioner från uppköpare eller kanske sin egen eller djurens hälsa. Det kan kanske vara en tvekan kring systemets resursbesparande potential. Kanske finns tvivel kring att näringsinnehållet, gödseffekten eller renheten motsvarar det som utlovats, att samarbetet mellan alla i kedjan inte skall fungera smidigt eller något annat..? Kanske kan detta kallas förutsättningar relaterade till förtroendet för produktens och systemets kvalitet?

Med mitt examensarbete vill jag gärna öka kommuner och andra inblandades förståelse för både de företagsekonomiska och de kvalitetsrelaterade aspekterna ur olika lantbrukares synvinkel. Därefter följer det kanske viktigaste, att försöka komma fram till vilka problem som kan finnas och om det finns möjliga lösningar på dessa. Hur ser dessa lösningar i så fall ut? Vems är ansvaret att ombesörja dessa lösningar? Här hoppas jag också på Er hjälp! Hur kommer vi fram till en kretsloppsanpassning av den källsorterade urinnäringen som fungerar ur Din synvinkel som lantbrukare?

De olika frågorna går in i varandra och kanske tycker du att vissa frågeställningar upprepas. Frågorna är också till för väcka tankarna. Kanske har jag glömt att fråga något som du tycker är väsentligt, då är det självklart bara att lägga till detta. Jag hoppas att du har möjlighet att sätta dig in lite grann i materialet och därefter fundera kring frågorna och kanske anteckna lite inför intervjun. Om du skulle vilja ta sig tiden att skriva ner svaren och posta dem via e-post eller per brev till mig, utöver telefonintervjun, är detta nog en fördel för mig, men det är absolut inte nödvändigt. Om du vill ha mer information kring någon viss fråga innan du svarar skall jag gärna besvara eller hjälpa till att ta reda på svaret.

Tack för Din medverkan till att kanske så småningom uppnå ett mer hållbart samhälle!!!

Susanna

Forts. bilaga 1:

Checklista för intervjuer med lantbrukare

Namn (i uppsatsen jag skriver kommer du att vara anonym):

1. Gården

- Antal hektar
- Ägande/arrende
- Sedan hur länge?

2. Produktionen

- Vad produceras och hur mycket?
- Vilka grödor odlas på hur många hektar?
- Vad levereras och hur mycket?
- Vem köper produkterna?
- Har marken slamgödslats nu eller tidigare och i så fall när?
- Hur mycket produceras med EU-bidrag för ekologisk produktion, enligt KRAV, Svenskt Sigill, kontraktsodling eller liknande kontrollprogram?
- Typ av jord
- Övrigt som kan vara intressant för att förstå de företagsekonomiska och kvalitetsrelaterade förutsättningarna

3. Användning av gödselmedel idag?

- Vad för typ av stall-/handelsgödsel som används på olika grödor och ungefär hur mycket?
- Typ av lagringsbehållare/täckning
- Lagringstider
- Utrustning för att blanda, tömma och sprida gödseln
- Spridningstider
- Anlitas entreprenör? Till vad?
- Tidsåtgång för gödselhantering
- Annat som kan vara viktigt att veta för att förstå den företagsekonomiska utgångspunkten

4. Förutsatt att urinen har det näringsinnehåll och den renhet som beskrivs, tror du att gödsling med humanurin skulle kunna innebära en ekonomisk möjlighet för dig?

- Varför/Varför inte?
- Om inte, kan du föreslå några lösningar?

5. Förutsatt att urinen har de näringsegenskaper som nämns i informationen - ser du några problem med att få hanteringen av urinen på gården (lagring, tömning, transport och spridning, etc.) att fungera, med avsedd gödseffekt? (T.ex. av ekonomiska, tekniska, väderberoende eller andra orsaker)

- lagring
- tömning
- transport till fält
- spridning

- ev. annat hanteringsmoment
6. Kan du komma på någon möjlig lösning på eventuella hinder du angav i fråga 5?
 7. Förutsatt att du såg en företagsekonomisk möjlighet i att gödsla med humanurin - tror du att det kunde vara en intressant möjlighet för dig att gödsla med humanurin från fastigheterna i Göteborg?
 - Varför/Varför inte? Vad är avgörande frågor för ditt ställningstagande?
 - Kan du ange några villkor som skulle kunna uppfyllas (t.ex. av kommunen, andra myndigheter, fastighetsägarna, toalettanvändarna, de du levererar dina produkter till, konsumenterna eller andra) som då skulle kunna ändra ditt ställningstagande? Ange gärna konkreta förslag på åtgärder!
 8. Ser du någon risk för eventuella negativa effekter eller reaktioner från uppköpare, konsumenter eller grannar?
 9. Ser du några risker för din egen hälsa eller trivsel?
 10. Har du synpunkter på:
 - Hur återföringssystemet bör se ut
 - Hur hanteringen bör ske
 - Hur produkten bör se ut
 - Hur ansvarsfördelningen i återföringssystemet skall se ut? T.ex. vem som skall bekosta och utföra vad?
 - Annat?
 11. Tror du att det skulle kunna innebära en möjlighet för dig som lantbrukare att vara den som transporterar urinen från fastigheternas uppsamlingstankar till ditt eller andras lantbruk? (varför/varför inte?)
 12. Hur mycket vet du om humanurin som gödselmedel i lantbruket sedan tidigare? Har du tagit del av den skickade informationen? (I så fall hela, endast bitar eller sammanfattningen?)
 13. Skulle du vilja veta mer om något för att kunna ta ställning till att använda humanurin från fastigheterna i Göteborg som gödselresurs? –Vilka frågor skulle du i så fall vilja ha svar på?
 14. Är miljö- och resursfrågor något som ofta engagerar dig?
 15. Övriga tankar och synpunkter:

Bilaga 2. Analyser av urinen från Lindholmen och Kyrkbyn

Prover på urinen från Lindholmen och Kyrkbyn mättes 1999, då efter en längre tids lagring i kokong. Kretsloppskontoret provtog dessutom urinen både på fastigheterna och efter lagring våren 2003. Resultaten tyder på att en kraftig utspädning sker av urinen i Kyrkbyn. För Lindholmen ser värdena normala ut om än ett relativt lågt kväveinnehåll finns även här. Ett lägre näringsinnehåll i lagringstanken än på fastigheter antyder att kväve även kan ha förlorats i tömnings-, transport- eller lagringsskede. pH är betydligt lägre än förväntat, speciellt efter lagring. Det är viktigt att pH 8,8 uppnås för att rekommendationerna ska gälla. Det lägre fosfor och kaliuminnehållet i lagringen 1999 kan bero av att dessa mineraler i högre grad ofta fastläggs på tankarnas insida i början, tills en mättnad nåtts (Vinnerås, pers.).

Tabell 1. Resultat från mätningar av urinen från Kyrkbyn och Lindholmen

Parameter	Enhet	Säve lagr. tank 99-04-26	Säve lagr. tank 03-04-28	Kyrkbyn 03-03-31	Ekologiska huset 03-03-04
pH		7,7	7,8	8,5	8,5
Konduktivitet	mS/m	770	890	889	1850
Total N	g/l	0,7	0,8	1,1	2
Total P	g/l	0,06	0,1	0,1	0,2
K	g/l	0,3	0,5	0,4	1,0
NH ₄	g/l	0,8	0,7	0,8	1,8
Fek strep konf.	CFU/100 ml		<100	170 000	14 000

Bilaga 3. Beräkning av uppkomna volymer och transportbehov

Antaganden för beräkning av uppsamlad mängd urin respektive spolvatten per persontimme i husen

Volymerna som kan förväntas har beräknats utifrån antagandet om att en person i snitt utsöndrar ca 1,5 liter urin per dygn (Vinnerås, 2002). En person beräknas göra "litet besök" 6 gånger per dag (Jönsson, m.fl., 1998). Vid morgonbesöket i hemmet beräknas 0,5 l urin tömmas, medan 0,2 liter urin beräknas tömmas vid varje resterande fem besök. Med antagandet att de 6 besöken fördelas över 15 vakna timmar per dygn, kan 0,4 "små" besök förväntas ske under en timme ($6/15 = 0,4$), vilket motsvarar 0,08 l tömd urin per person och timme ($0,2 * 0,4 = 0,08$). Vidare kan man anta att ca 80 % av urinen sorteras rätt i toaletterna (Jönsson, pers.). **Då kommer 0,064 l urin samlas upp per person och timme i huset** ($0,8 * 0,08 = 0,064$). Det innebär också att ca 0,16 liter urin samlas upp per besök ($0,2 * 0,80 = 0,16$).

Mängden spolvatten som uppkommer med Dubbletten kan antas vara ca 0,15 liter vatten per spolning (af Peterséns, m.fl., 2001). **Mängden spolvatten som samlas upp per person och timme i husen antas därför vara 0,06 l** ($0,15 * 0,4 = 0,06$). Mängden spolvatten med Dubbletten kan dock variera med typ av ventil. Jönsson, m.fl. (1998) uppmätte 0,07 l spolvatten per spolning med en äldre upplaga av Dubbletten. Mängden spolvatten som uppkommer i de urinoarer som finns i Universeum är inte känd, men antas också vara 0,15 l per besök.

Genererade mängder urin och spolvatten

Universeum är öppet ca 2 520 h per år (Universeum, www). Ca 90 personer antas arbeta under motsvarande antal timmar i huset, vilket innebär 226 800 persontimmar i huset per år. Universeum har hittills haft ca 500 000 besökare per år. Om varje besökare antas uppehålla sig i genomsnitt 2,5 timmar i byggnaden, motsvarar detta 1 250 000 persontimmar per år. Baserat på ovanstående kommer 94,5 m³ urin att samlas upp årligen ($(226\,800 + 1\,250\,000) * 0,064 = 94\,515$). Mängden spolvatten blir i samma storleksordning, 88,6 m³ ($(226\,800 + 1\,250\,000) * 0,06 = 88\,608$). **Den sammanlagda genererade volymen urinblandning i Universeum blir följaktligen 183 m³ per år**, baserat på dessa antaganden.

I fastigheten **Chalmers Vasa** beräknas Ekocentrum komma att ha 30 000 besökare nästa år. Om ett besök varar i 2 h bidrar besökarna totalt med 60 000 persontimmar i huset varje år ($30\,000 * 2$). Ekocentrum har ca 20 personal på heltid, inklusive praktikanter. Med antagandet att man arbetar 44 veckor per år, när hänsyn tagits till semester och helgdagar, bidrar personalen med 35 200 persontimmar per år ($20 * 40 * 44 = 35\,200$). Om ovanstående antaganden stämmer, kommer ca 6,1 m³ urin genereras årligen från Ekocentrums personal och besökare ($(60\,000 + 35\,200) * 0,064 = 6\,093$). Spolvatten kommer att uppkomma vid alla kvinnors toalettbesök, samt (gissningsvis) vid 20 % av männens toalettbesök, då dessa inte använder de spolningsfria urinoaren. Om könsfördelningen mellan toalettbesökarna är jämn kommer då spolning kommer att ske vid 60 % av de "små" toalettbesöken. Om litet toalettbesök görs 0,4 gånger per persontimme i huset kan spolvattenmängden från Ekocentrums lokaler antas utgöra ett tillskott motsvarande 0,036 l per persontimme. Totalt sett samlas då 3,4 m³ spolvatten upp per år

$((60\,000 + 35\,200) * 0,036 = 3\,427)$. Detta ger totalt $9,5\text{ m}^3$ urinblandning per år från Ekocentrum.

I Svenska Miljöinstitutets lokaler kommer i genomsnitt 60 personer att uppehålla sig under arbetstid (korrigerat för besökare och fältarbete). Personal antas vara frånvarande under 20 helgdagar och fem veckors semester, utspridda under året. Detta betyder att varje heltidsanställd beräknas arbeta 207 dagar per år á 8 timmar och att personalen totalt bidrar med 99 360 persontimmar per år i huset $((21*12)-25-20)*8*60 = 99\,360$). Den uppsamlade mängden urin blir då $6,4\text{ m}^3$ per år $(99\,360 * 0,064 = 6\,359)$ och mängden spolvatten $5,9\text{ m}^3$ $(99\,360 * 0,06 = 5962)$. Totalt samlas då $12,3\text{ m}^3$ urinblandning upp från Svenska Miljöinstitutet varje år, eller ca $0,24\text{ m}^3$ per vecka.

Beräkningen för övriga lokaler i Chalmers Vasa är mycket vanskelig då man ännu inte vet vilken verksamhet som kommer att hysas eller om urinsorterande toaletter helt säkert kommer att installeras. Ytan kan enligt förvaltaren rymma ca 75 kontorsanställda. Grundat på detta antagande och ovanstående beräkningar om arbetstimmar bidrar dessa då med 124 200 persontimmar per år $((21*12)-25-20)*8*75 = 124\,200$. Detta medför $7,9\text{ m}^3$ urin $(124\,200 * 0,064 = 7\,948)$ och $7,5\text{ m}^3$ spolvatten per år $(124\,200 * 0,06 = 7452)$, dvs. totalt $15,4\text{ m}^3$ urinblandning per år eller $0,3\text{ m}^3$ per vecka från dessa "övriga" lokaler.

Den sammanlagda årsvolymen från Chalmers Vasa blir, om antagandena stämmer, $37,2\text{ m}^3$.

Volymerna från fastigheterna på **Lindholmen** och i **Kyrkbyn** kan framöver antas vara de samma som tidigare, dvs. **ca 20 m^3 respektive ca 30 m^3 per år**. Den minskning av mängd spolvatten som är förmodligen bör åstadkommas i Kyrkbyn bör kan antagligen kompenseras av en ökad mängd sorterad urin.

Uppsamlade volymer månadsvis

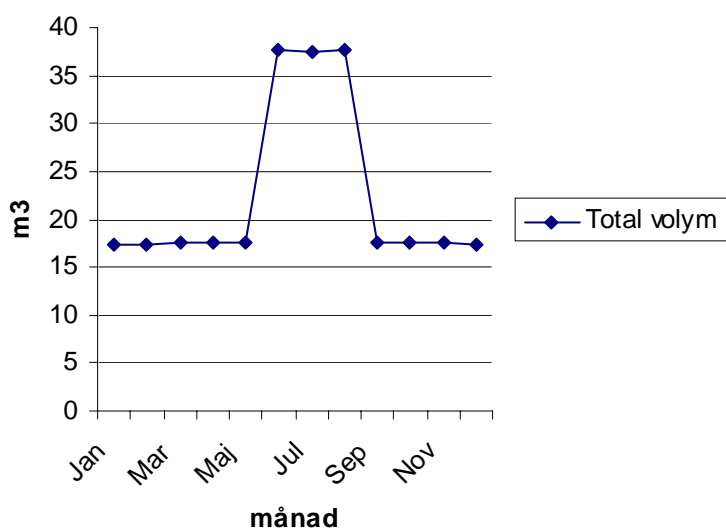
För att kunna planera transport och lagring kan det vara intressant att undersöka hur de uppsamlade volymerna kan variera månadsvis. I **Kyrkbyn** och **Lindholmen** kan de uppkomna volymerna antas vara jämt fördelade över årets månader. På **Universeum** stiger besöksantalet under sommarmånaderna juni-augusti, vilket kommer att ge en mycket markant effekt på mängden uppsamlade volymer. Om de antas stiga med 300 % under dessa månader jämfört med övriga blir den uppsamlade volymen under lågfrekventa månader $10,2\text{ m}^3$ $((183 = (X * 3 * 3) + (X * 9)) \Rightarrow X = 10,17)$ och under högfrekvent månader $30,6\text{ m}^3$. Detta antagande är dock mycket löst grundat, mer precisa uppgifter om besöksantal/genererade mängder är önskvärt för en säkrare beräkning.

På Ekocentrum i **Chalmers Vasa** antas besöken minska med ca 30 % under ca 7 veckor, från 4: e veckan i juni fram till mitten av augusti. Vid jul och nyår håller man dessutom stängt under två veckor. Ca 665 besökare förväntas per normalfrekvent vecka $(30\,000 = (43 * X) + (7 * 0,3 X)) \Rightarrow X = 665$ vilket, med ett antagande om 2 h besökslängd per person, motsvarar 85 l urin $(2 * 665 * 0,064 = 85)$ och 48 l spolvatten $(2 * 665 * 0,036 = 48)$. Normalfrekventa veckor kan 70 liter urinblandning förväntas från personalen $(35\,200/50 * 0,064 + 0,036 = 70)$, och från besökare 133 liter $(85 + 48 = 133)$. Totalt samlas då $0,203\text{ m}^3$ upp dessa veckor. Lågfrekventa veckor antas man ha 200 besökare $(0,3 * 665 = 200)$ vilket, med samma antagande, motsvarar 26 l urin $(200 * 2 * 0,064 = 26)$ och 14 l spolvatten $(200 * 2 * 0,036 = 14)$, totalt 40 l urinblandning. Personalens tillskott antas

vara det samma under dessa veckor, 70 liter urinblandning. Detta innebär att 105 l urinblandning antas uppkomma per lågfrekvent vecka.

Tabell 1. Genererade volymer från respektive fastighet.

Månad	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Tot.
Antal. v.	4,4	4	4,4	4,3	4,4	4,3	4,4	4,4	4,3	4,4	4,3	4,4	
Univ.	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	30,5	30,5	30,5	10,2	10,2	10,2	10,2	183
C.V. tot.	3,0	2,9	3,3	3,2	3,3	2,9	2,8	3,0	3,2	3,3	3,2	3,0	37
Varav Ekoc.	0,67	0,81	0,89	0,87	0,89	0,58	0,46	0,67	0,87	0,89	0,87	0,67	9,14
IVL	1,06	0,96	1,06	1,03	1,06	1,03	1,06	1,06	1,03	1,06	1,03	1,06	12,5
Övr. C.V.	1,3	1,18	1,3	1,27	1,3	1,27	1,3	1,3	1,27	1,3	1,27	1,3	15,4
Kyrkb.	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	20
Lindh.	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	30
Totalt	17,4	17,3	17,6	17,5	17,6	37,6	37,5	37,7	17,5	17,6	17,5	17,4	270



Figur 1. Total volym som genereras från de fyra fastigheterna, enligt ovanstående antaganden.

Tabell 2. Antal transporter per år, baserat på att 12 m³ transporteras per gång, med undantag för Chalmers Vasa där endast 2,6 m³ kan tömmas per gång.

Månad	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Tot.
Univ.	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	2,5	2,5	2,5	0,9	0,9	0,9	0,9	15,3
Ch.V. tot.	1,2	1,1	1,3	1,2	1,3	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	14,3
Kyrkb.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,7
Lindh.	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2,5
Totalt	2,4	2,3	2,5	2,4	2,5	4,0	4,0	4,0	2,4	2,5	2,4	2,4	33,7

Bilaga 4. Naturvårdsverkets förslag till förordning för användning av avloppsfraktioner på mark (Naturvårdsverket, 2002)

Här presenteras de viktigaste bestämmelserna som gäller urin:

Tillämpningsområde

3 § Denna förordning gäller spridning och annan användning av avloppsfraktioner på eller i mark samt saluhållande och överlåtelse av avloppsfraktioner för jordbruksändamål. Urin, klosettatten och innehåll i slutna tankar omfattas av bestämmelserna i denna förordning endast om fraktionen saluhålls eller överläts.

Hantering av avloppsfraktioner

5 § Avloppsfraktioner som avses användas på mark skall utifrån smittskyddshänsen behandlas och hanteras i enlighet med de krav som anges i bilaga Y.

Ur förslagets bilaga 2Y :

Krav på lagringsbetingelser och tillåtna användningsområden för källsorterad humanurin. Det förutsätts att urinblandningen har minst pH 8,8 och en kvävehalt på minst 1 g/l. Temperaturer och tider är angivna som minimivärden.

Lagringstemperatur	Lagringstid	Tillåtna användningsområden
4°C	≥ 1 månad	Odling av livsmedelsgrödor som processas
4°C	≥ 6 månader	Livsmedelsgrödor som processas och fodergrödor ^a
20°C	≥ 1 månad	Livsmedelsgrödor som processas och fodergrödor ^a
20°C	≥ 6 månader	Odling av samtliga livsmedelsgrödor ^b och fodergrödor ^a , grönytor
-	1 år	Odling av samtliga livsmedelsgrödor ^b och fodergrödor ^a , grönytor

a) Ej vall för produktion av foder.

b) För livsmedelsgrödor som konsumeras råa rekommenderas att urinen sprids senast en månad innan skörd och att den nedmyllas.

8 § Avloppsfraktioner får inte användas

1. på betesmark
2. på åkermark som skall användas för bete eller om vallfodergrödor ska skördas under innevarande kalenderår
3. på mark med odlingar av bär, potatis, rotfrukter, grönsaker eller frukt, undantaget sockerbetar och potatis för stärkelseproduktion

4. på mark avsedd för odling av bär, potatis, rotfrukter och sådana grönsaker och frukt som är i kontakt med jorden och normalt konsumeras råa, undantaget sockerbetor och potatis för stärkelseproduktion, under innevarande kalenderår.

Innehållsdeklaration

11 § Producenten av avloppsfraktioner skall lämna en innehållsdeklaration till den som skall använda fraktionerna. Om avloppsfraktionerna saluförs eller överläts av annan, ansvarar denne för att deklarationen lämnas till användaren. Innehållsdeklarationen skall åtfölja avloppsfraktionerna och innehålla uppgifter om följande:

1. avloppsfraktionernas ursprung och behandling,
2. beståndsdelar och blandningsförhållanden, om avloppsfraktionerna är blandade med annat material,

Provtagning och analys

12 § Brukare av åkermark skall före användning av avloppsfraktioner kontrollera markens metallhalt, om det kan antas att halten av en eller flera metaller i marken överskrider gränsvärden i bilaga Z på grund av att

1. åkermarken håller hög ursprunglig halt av någon metall,
2. åkermarken är förorenad genom en olyckshändelse eller
3. industriutsläpp förekommer eller har förekommit i närheten. Kontrollen skall ske med hjälp av provtagning och analys av representativa jordprover.

Uttagna markprover skall analyseras med avseende på

1. pH,
2. torrsubstans,
3. bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink.

13 § Producenten av avloppsfraktioner skall ta ut representativa prover av fraktionerna för analys med avseende på

1. torrsubstans och glödningsförlust,
2. pH,
3. totalfosfor,
4. totalkväve,
5. ammoniumkväve,
6. bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel, zink, silver och tenn.

Registerhållning och rapportering

15 § Producenten av avloppsfraktioner skall föra register över användarnas namn och adress samt platser där avloppsfraktionerna skall användas om fraktionerna skall användas på eller i åker- eller skogsmark. Registrerade uppgifter skall bevaras i minst tio år.

TIDIGARE PUBLIKATIONER

2003-07-01 skedde en sammanslagning av Institutionen för biometri och informatik och Institutionen för lantbruksteknik, varefter Institutionen för biometri och teknik bildades.

Biometri och teknik

Examensarbeten

- 2004:01 Ericsson, N. Uthållig sanitet i Peru – En förstudie i staden Picota.
- 2004:02 Ekvall, C. LCA av dricksvattendesinfektion – en jämförelse av klor och UV-ljus.
- 2004:03 Wertsberg, K. Behandling av lakvatten med kemiska oxidationsmedel för att delvis bryta ned oönskade organiska föreningar – En studie utförd vid Hovgårdens avfallsanläggning i Uppsala.

Rapport – miljö, teknik och lantbruk

- 2004:01 Bernesson, S. Life cycle assessment of rapeseed oil, rape methyl ester and ethanol as fuels – A comparison between large- and small scale production.

Licentiatavhandling

- 01 Sundberg, C. 2004. Food waste composting – effects of heat, acids and size.

Biometri och informatik

Institutionsrapporter

- 81 Olsson, U. & Sikk, J. Fourth Nordic-Baltic Agrometrics Conference, Uppsala, Sweden, June 15-17, 2003. Conference proceedings.
- 80 Edlund, T. Pluripolar Completeness of Graphs and Pseudocontinuation. Licentiatavhandling.
- 79 Nilsson, K. Macrolide antibiotics – mode of action and resistance mechanisms. Licentiatavhandling.
- 78 Sahlin, U. Analysis of forest field data with a spatial approach. Examensarbete.
- 77 Seeger, P. Nested t by 2 Row-Column-Designs suitable for bridge competitions.
- 76 Wörman, A. Low-Velocity Flows in Constructed Wetlands: Physico-Mathematical Model and Computer Codes in Matlab-Environment.
- 75 Huber, K.T., Moulton, V. & Steel, M. Four characters suffice to convexly define a phylogenetic tree.
- 74 Ekbohm, G. Induktion, biometri, vetenskap.
- 73 Huber, K.T., Moulton, V. & Semple, C. Replacing cliques by stars in quasi-median graphs.
- 72 Huber, K.T. Recovering trees from well-separated multi-state characters.

- 71 Holland, B.R., Huber, K.T., Dress, A. & Moulton, V. δ -plots: A tool for analyzing phylogenetic distance data.
- 70 Huber, K.T., Koolen, J.H. & Moulton, V. The Tight Span of an Antipodal Metric Space: Part II – Geometrical Properties.

Lantbruksteknik

Institutionsrapporter

- 251 2003 Tidåker, P. Life Cycle Assessment of Grain Production Using Source-Separated Human Urine and Mineral Fertiliser.
- 252 2003 Perez Porras, J., Gebresenbet, G. Biogas development in developing countries.
- 253 2003 Wikner, I. Environmental conditions in typical cattle transport vehicles in Scandinavia.
- 254 2003 Sundberg, C. Food waste composting – effects of heat, acids and size.
- 255 2003 Nilsson, D. Harvesting and handling of flax for the production of short fibres under Swedish conditions. A literature review.

Institutionsmeddelanden

- 03:01 Sjöberg, C. Lokalt omhändertagande av restprodukter från enskilda avlopp i Oxundaåns avrinningsområde.
- 03:02 Nilsson, D. Production and use of flax and hemp fibres. A report from study tours to some European countries.
- 03:03 Rogstrand, G. Beneficial Management for Composting of Poultry Litter and Yard-Trimming- Environmental Impacts, Compost Product Quality and Food Safety.
- 03:04 Lundborg, M. Inverkan av hastighet och vägförhållande på bränsleförbrukning vid körning med traktor.
- 03:05 Ahlgren, S. Environmental impact of chemical and mechanical weed control in agriculture. A comparing study.
- 03:06 Kihlström, M. Possibilities for intermodal grain transports in the Mälardalen region – environmental and economical aspects.

Denna meddelandeserie som utges av Institutionen för biometri och teknik, SLU, innehåller, examensarbeten samt övriga uppsatser som anses lämpliga att publicera i denna form. Tidigare nummer redovisas på de sista sidorna och kan i mån av tillgång anskaffas från institutionen.

This series is published by the Department of Biometry and Engineering, Swedish University of Agricultural Sciences. It contains master thesis as well as other reports or papers considered suitable for publication in this form. Earlier issues are listed on the last pages and can be obtained - if still available - upon application to the department.

DISTRIBUTION:

SLU

Institutionen för biometri och teknik
Box 7032

750 07 UPPSALA

Tel. 018-67 10 00

pdf.fil: www.bt.slu.se

SLU

Department of Biometry and Engineering
Box 7032

S-750 07 UPPSALA

SWEDEN

Phone +46 18 671000
